

Curatio Sine Distantia!

А.В.Владзимирский

Телемедицина

Донецк - 2011

ББК 53.49+76.32
УДК 61:621.397.13/.398
ISBN

Владзимирский А.В. Телемедицина [монография] / Антон Вячеславович Владзимирский. - Донецк: ООО «Цифровая типография», 2011. – 437 с.
ISBN

Со-авторы разделов:

проф. Е.Т.Дорохова (Глава 3)
проф. В.Г.Климовицкий (Глава 21)
д-р О.И.Ряскова (Глава 20)

Автор раздела:

доц. Д.К.Калиновский (Глава 24)

Рецензенты:

- Лобас В.М. д.н.гос.-упр., профессор, заведующий кафедрой организации высшего образования, управления здравоохранением и эпидемиологии Донецкого национального медицинского университета им.М.Горького МОЗ Украины
- Коваленко А.С. д.мед.н., профессор, руководитель Международного учебно-научного центра информационных технологий и систем НАН и МОН Украины

Монография представляет собой аналитическое обобщение научно-практических достижений современной телемедицины. В первой части – «Общая телемедицина» - представлены история, деонтология, организация телемедицинской деятельности, стандартизированы и описаны основные виды телемедицинских процедур, специальная глава посвящена методам оценки результатов использования телемедицины. Во второй части – «Частная телемедицина» - представлены сведения о применении комплексов телемедицинских технологий в отдельных клинических сферах.

Монография предназначена для руководителей и организаторов здравоохранения, врачей, медицинских сестер, производителей медицинского оборудования, аспирантов, магистров, интернов, студентов медицинских и технических вузов. Рекомендуется в качестве учебного пособия.

Рекомендовано к изданию Ученым советом Донецкого национального медицинского университета им.М.Горького (протокол №10 от 17.12.2010)

© А.В.Владзимирский, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	7
Введение в телемедицину	9
ОБЩАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА	12
Глава 1. История телемедицины	13
1.1. Периодизации истории телемедицины	13
1.2. История терминологии телемедицины	14
1.3. Краткий обзор развития телевизионной связи	16
1.4. Краткий обзор развития компьютерной техники и Интернет	17
1.5. Телемедицина в конце XIX - первой половине XX веков	22
1.6. Телемедицина в середине XX века	28
1.6.1. Восточно-европейское направление развития телемедицины в середине XX века	28
1.6.2. Северо-американское направление развития телемедицины в середине XX века	38
1.6.3. Мобильная телемедицина	47
1.7. Телемедицина в конце XX- начале XXI веков	50
Глава 2. Организация телемедицинской службы	61
2.1. Основные этапы организации телемедицинской службы региона	61
2.2. Юридическое обеспечение телемедицинской деятельности	61
2.3. Формирование инфраструктуры	66
2.3.1. Подходы к формированию инфраструктуры для телемедицины	66
2.3.2. Телемедицинский центр	67
2.4. Обеспечение телемедицинского взаимодействия	70
2.5. Национальные и региональные модели организации телемедицинских сетей	71
Глава 3. Телемедицинская деонтология (соавтор Е.Т.Дорохова)	82
3.1. Терминология и обоснование	82
3.2. Основные проблемные области телемедицинской деонтологии	84
3.3. Требования и навыки телемедицинской деонтологии для практического использования	89
3.4. Психогигиена телемедицинской деятельности	94
Глава 4. Лечебно-диагностическое оборудование для телемедицины	99
4.1. Средства визуализации пациента и места болезни	99
4.2. Средства получения и обработки электрограмм	103
4.3. Средства измерения показателей	105
4.4. Средства для трансляции обследований	105
4.5. Средства дистанционного контроля лечебных устройств	109
4.6. Стандартные виды телемедицинских комплексов	111
Глава 5. Цифровая фотосъемка медицинской информации	120
5.1. Методика цифровой фотосъемки в медицине	120
5.2. Общие алгоритмы фотосъемки	132
5.3. Компьютерная обработка (редактирование) цифровых фотографий	135
5.4. Особенности представления цифровых фотографий для телемедицинского консультирования	139
Глава 6. Телемедицинское консультирование	145
6.1. Определение, цели и задачи, этапы телемедицинской консультации	145
6.2. Классификация телемедицинского консультирования	147
6.3. Показания к телемедицинскому консультированию	150

6.4. Участники телемедицинской консультации	151
6.5. Формирование документации для телемедицинской консультации	156
6.6. Общие сценарии телемедицинского консультирования	164
6.7. Безопасность телемедицинского консультирования	166
6.8. Инструменты клинического телемедицинского консультирования	167
6.8.1. Основные инструменты	167
6.8.1.1. Электронная почта	167
6.8.1.2. Веб-платформа	170
6.8.1.3. Видеоконференция	176
6.8.1.4. Клиент-серверные решения	187
6.8.2. Вспомогательные инструменты	189
6.8.2.1. Веб-чат (микроблоггинг)	189
6.8.2.2. Мобильные сообщения	191
6.8.2.3. Файловые сервер и протокол	194
6.8.2.4. Аудиосвязь	194
6.9. Документирование телемедицинской консультации	194
Глава 7. Биотелеметрия и телемониторинг	197
7.1. Определение и задачи	197
7.2. Классификация биотелеметрических систем	198
7.3. Строение биотелеметрических систем	201
Глава 8. Домашняя (индивидуальная) телемедицина	206
8.1. Определение, цели и задачи	206
8.2. Классификация систем домашней (индивидуальной) телемедицины	208
8.3. Строение и функциональные возможности систем домашней (индивидуальной) телемедицины	209
8.4. Специфические компоненты домашней (индивидуальной) телемедицины	216
Глава 9. Телемедицинский скрининг	220
9.1. Определение и сферы использования	220
9.2. Алгоритмы применения телескрининга	223
Глава 10. Телеприсутствие	225
10.1. Определение и сферы использования	225
10.2. Методы реализации телеприсутствия	226
Глава 11. Телеассистирование	231
11.1. Определение и сферы использования	231
11.2. Классификация систем телеассистирования	231
11.3. Строение систем телеассистирования	232
Глава 12. Дистанционное обучение	238
12.1. Определение, цели, задачи и особенности дистанционного обучения	238
12.2. Технологии дистанционного обучения в медицине	243
12.2.1. Видеоконференция	243
12.2.2. Вебинар	248
12.2.3. Веб-платформа (виртуальная среда для обучения)	249
12.2.4. Специализированный сайт	251
12.2.5. Электронная рассылка	251
12.2.6. Мультимедийная обучающе-контролирующая система (медиа-педагог)	253
12.2.7. Сетевой электронный учебник	254
12.3. Роль преподавателя в системе дистанционного обучения	255
Глава 13. Эффективность телемедицины	257
13.1. Классификация методов оценки эффективности телемедицины	257
13.1.1. Клинические методы оценки эффективности телемедицины	258

13.1.2. Неклинические методы оценки эффективности телемедицины	260
13.2. Комплексная оценка эффективности телемедицинской консультации	263
13.2.1. Релевантность	263
13.2.2. Экономическая целесообразность	266
13.2.3. Качественные показатели	267
13.2.4. Метод объективизации и оценки динамики количества телемедицинских консультаций за определенный период времени	270
13.3. Критерии оценки и планирования телемедицинской деятельности	274
ЧАСТНАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА	282
Глава 14. Телепатология	283
14.1. Определения и задачи	283
14.2. Классификация систем телепатологии	284
14.3. Правовые и деонтологические аспекты телепатологии	284
14.4. Показания к применению телепатологии	286
14.5. Методики использования телепатологии	286
14.5.1. Статическая телепатология	287
14.5.2. Динамическая телепатология	289
Глава 15. Телерадиология	294
15.1. Определение и задачи	294
15.2. Классификация и строение телерадиологических систем	297
15.3. Правовые и деонтологические аспекты телерадиологии	302
Глава 16. Теледерматология	305
16.1. Определения и задачи	305
16.2. Классификация и строение систем теледерматологии	306
16.3. Особенности подготовки и анализа медицинской информации в теледерматологии	313
Глава 17. Телекардиология и теле-ЭКГ	317
17.1. Определение и основные компоненты	317
17.2. Теле-ЭКГ	317
17.2.1. Определение, цели и задачи	317
17.2.2. Показания к теле-ЭКГ	319
17.2.3. Классификация систем теле-ЭКГ	323
17.2.4. Строение систем теле-ЭКГ	323
17.2.5. Организация службы теле-ЭКГ	327
17.2.6. Ошибки и осложнения при использовании теле-ЭКГ	329
17.3. Клиническая биотелеметрия (радиотелемониторинг)	330
17.4. Телемедицинское консультирование с дистанционным обследованием (телеаускультация, телеэхокардиография)	330
17.5. Домашняя телемедицина	332
Глава 18. Телеинсульт	335
18.1. Определение и основные компоненты	335
18.2. Методика применения системы телеинсульт	336
Глава 19. Теледиализ	344
19.1. Определение и основные компоненты	344
19.2. Методика применения системы теледиализа	346
Глава 20. Теленеонатология (соавтор О.И.Ряскова)	348
20.1. Определение и основные компоненты	348
20.2. Клинические телемедицинские консультации	348
20.3. Дистанционное обследование (телеэхокардиография и теле-ЭКГ)	350
20.4. Телемедицинский скрининг в неонатологии	353
20.5. Домашняя телемедицина (телемониторинг)	355
20.6. Комплексные телемедицинские программы и телевидиты	357

Глава 21. Телетравматология и телеортопедия (соавтор В.Г.Климовицкий)	359
21.1. Определение, цели и задачи	359
21.2. Показания к телемедицинскому консультированию в ортопедии и травматологии	362
21.3. Строение и использование систем телетравматологии и телеортопедии	365
21.4. Особенности телемедицинского консультирования в травматологии и ортопедии	369
Глава 22. Телесестринство	374
22.1. Определение, задачи и функции	374
22.2. Основные компоненты телесестринства и их использование	376
22.3. Электронная амбулатория	379
Глава 23. Телереабилитация	381
23.1. Определение, задачи и процессы	381
23.2. Классификация систем телереабилитации	383
23.3. Основные виды систем телереабилитации	384
23.3.1. Синхронные системы телереабилитации	384
23.3.2. Сенсорные интерактивные (роботизированные) системы	389
23.3.3. Биотелеметрические телереабилитационные системы	396
23.3.4. Мобильные телереабилитационные системы	397
23.3.5. Веб-интегрирующие телереабилитационные системы	397
Глава 24. Телемедицина в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии (автор Д.К.Калиновский)	399
24.1. Основные компоненты и базовая рабочая станция	399
24.2. Особенности проведения телемедицинского консультирования в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии	400
24.3. Особенности подготовки диагностической визуализации для телемедицинских процедур в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии	402
Глава 25. Частные виды биотелеметрии	409
25.1. Космическая и авиационная биотелеметрия	409
25.2. Клиническая биотелеметрия (телемониторинг)	410
25.3. Военная биотелеметрия	413
Библиография	416
Веблиография	433

Список сокращений

АД – артериальное давление
БРТМ – биорадиотелеметрия
ВК(С) – видеоконференция, видеоконференц-связь
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения
ДО – дистанционное обучение
ИТ – информационные технологии
КГР – кожно-гальванические реакции
КПК – карманный персональный компьютер
КТ – компьютерная томограмма (томография)
ЛИС – лабораторная информационная система
ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение
МИС – медицинская информационная система
МОКС – мультимедийная обучающе-контролирующая система медиа-педагог
МОЭТ – метод оценки эффективности телемедицины
МРТ – магнитно-резонансная томограмма (томография)
ОВП – общее виртуальное пространство
ОДС – опорно-двигательная система
ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения
ПГ – пневмограмма
ПО – программное обеспечение
РИС – радиологическая информационная система
СКТ – спиральная компьютерная томография
СМИ – система медицинских исследований
СМК – система медицинского контроля
ТК, ТМК – телемедицинская консультация
ТМП – телемедицинский пункт
ТМРС – телемедицинская рабочая станция
ТМЦ – телемедицинский центр
УЗИ – ультразвуковое исследование
ЦРБ – центральная районная больница
ЦФ – цифровая фотосъемка
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭВП – электронная виртуальная перчатка
ЭИБ – электронная история болезни
ЭКГ – электрокардиограмма (графия)
ЭОГ – электроокулограмма
ЭСП – электронная сенсорная перчатка
ЭЭГ – электроэнцефалограмма
3G – Third Generation
x(A)DSL – (Asymmetric) Digital Subscriber Line
AVI – Audio Video Interleave
CD/DVD-ROM – Compact Disc /Digital Versatile Disc – Read-Only Memory
CDMA – Code Division Multiple Access
DICOM – Digital Imaging and Communications in Medicine
EDGE – Enhanced Data rates for GSM Evolution

FTP - file transfer protocol
GPRS - General Packet Radio Service
GSM - Global System for Mobile Communications
HL7 – Health Level 7
IP - Internet Protocol
IrD - Infrared Data Association
ISDN - Integrated Services Digital Network
ISO – International Standart Organisation
JPEG – Joint Photographic Experts Group
MP3 - Moving Pictures Experts Group-1/2/2.5 Layer 3
MMS - Multimedia Messaging Service
MPEG - Moving Pictures Experts Group
NIHSS - National Institutes of Health Stroke Scale
NTSC - National Television Standards Committee
PACS - Picture Archiving and Communication System
PAL - Phase-Aternating Line
PDA – Personal Digital Assistant
PDF – Portable Document Format
RGB - Red, Green, Blue
RTF - Rich Text Format
SCG-ECG - Standard Communication Protocol - Computer-Assisted
Electrocardiography
SMS - Short Message Service
TIFF - Tagged Image File Format
TFT - Thin Film Transistor
USB - Universal Serial Bus
VoIP – Voice Over Internet Protocol
VPN - Virtual Private Network
WAP - Wireless Application Protocol
WAV – сокращение от Wave
WMA - Windows Media Audio

Введение в телемедицину

*Телемедицина не заменяет врача и не является альтернативой ему. Фактически, телемедицина повышает эффективность специалиста, и расширяет его возможности находиться в самом центре медицинской деятельности...
K.T.Bird, 1972*

Телемедицина (греч. tele - дистанция, лат. meder - излечение) - это отрасль медицины, которая использует телекоммуникационные и электронные информационные (компьютерные) технологии для предоставления медицинской помощи и услуг в сфере здравоохранения в точке необходимости (в тех случаях, когда географическое расстояние является критическим фактором).

Телемедицина является компонентом электронного здравоохранения.

Электронное здравоохранение (от англ. – eHealth) – использование информационно-коммуникационных технологий как в данном конкретном месте, так и на расстоянии для оптимального решения задач системы общественного здравоохранения.

Согласно директиве ВОЗ А58/21 «Электронное здравоохранение (eHealth)»: «Сегодня электронное здравоохранение <...> открывает уникальную возможность для развития общественного здравоохранения. Укрепление здравоохранения с помощью системы электронного здравоохранения может способствовать осуществлению основных прав человека в результате повышения уровня справедливости, солидарности, качества жизни и качества медико-санитарной помощи».

Цель телемедицины - предоставление любому человеку, независимо от его местонахождения, медицинской помощи в требуемом объеме и в актуальные сроки.

Предмет телемедицины – обмен посредством телекоммуникаций и компьютерных технологий всеми видами медицинской информации между отдаленными друг от друга пунктами.

При этом данный процесс обмена характеризуется видом передаваемой информации и способом ее передачи.

Функции телемедицины – клинические, организационно-административные, превентивные, учебные, научные.

Сопутствующими терминами являются:

Телездоровье – предоставление услуг и информации, связанных со здоровьем и медициной, посредством телекоммуникаций.

Интернет-, кибер-медицина – прямое взаимодействие пациента и врача посредством Интернет.

Медицинская телематика - деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии посредством информационно-коммуникационных технологий, направленные на содействие развитию мирового здравоохранения, осуществление эпидемиологического надзора, предоставление медицинской помощи, на обучение, управление и проведение научных исследований в области медицины.

Термины «медицинская телематика» и «телездоровье» во многом являются синонимами термина «телемедицина». Лексически в тех случаях, когда акцент делается на клинические аспекты более обоснованным является употребление термина «телемедицина». В то время как «телездоровье» и «медицинская телематика» более сосредоточены на превентивно-эпидемиологических, информационно-воспитательных, организационных и прочих сферах. Интернет-, кибер-медицина – отдельное явление, прежде всего ориентированное на информационные нужды пациента. Ее целями являются постоянная медицинская поддержка, консультирование, предоставление информационных материалов, выписка рецептов и т.д. в системе «врач-пациент». Также Интернет-, кибер-медицина используется как инструмент для взаимодействия с пациентами, впервые обращающимися в данное лечебно-профилактическое учреждение (для сортировки, предварительных обследований, назначений сроков госпитализации и т.д.).

NB! Телемедицина - это широчайший спектр современных компьютерно-телекоммуникационных технологий, в большинстве своем простых и доступных любому пользователю.

Телемедицинская процедура – это имеющая строго определенную цель стандартная последовательность совместных действий географически удаленных друг от друга медработников, пациента(ов) и вспомогательного персонала с использованием компьютерной и телекоммуникационной техники.

В настоящее время существуют следующие основные виды телемедицинских процедур, составляющих общую телемедицину:

- телемедицинское консультирование;
- биотелеметрия (телемониторинг);
- домашняя (индивидуальная) телемедицина;
- телескрининг;
- телеприсутствие;
- телеассистирование;
- дистанционное обучение.

Частная телемедицина представлена комплексным использованием вышеперечисленных процедур (в различных модификациях) для достижения клинических и иных целей в рамках определенной медицинской специальности.

ОБЩАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Глава 1. История телемедицины

1.1. Периодизации истории телемедицины

В истории телемедицины некоторые авторы выделяют «до-электрический» период, когда обмен бумажной корреспонденцией использовался для выписки рецептов, установления диагноза; также, приводятся описания применения дымовых сигналов для оповещения об эпидемиях и т.д. [146]. Однако, все же телемедицина – как эффективный инструмент системы здравоохранения и клинической медицины – неотрывно связана с электрическими, электротехническими и электронными технологиями. В каждый исторический период для телемедицинских целей применялись наиболее современные и продвинутые технологии. Развитие дистанционного оказания медицинской помощи и услуг базируется на прогрессе телекоммуникационных средств. Таким образом, историю телемедицины можно представить как последовательность этапов прогресса средств связи и удаленного обмена информацией. С другой стороны – можно установить определенную этапность развития клинических возможностей телемедицины:

1) Периодизация развития телемедицины по технологическим видам телекоммуникаций:

- телеграф;
- радио;
- телефон;
- телевидение (кабельное, беспроводное);
- спутниковая связь;
- компьютерные сети, Интернет;
- беспроводные сети и протоколы.

2) Периодизация развития телемедицины по клиническим формам применения:

- дистанционная передача данных диагностических обследований;
- телеконсультирование для оказания неотложной помощи;
- дистанционное обучение в медицине;
- совершенствование телерадиологии;
- телеконсультации для оказания плановой помощи;

- телемедицина для удаленной работы узких специалистов, решения кадровых проблем, клинической поддержки медперсонала сельских больниц;
- биотелеметрия;
- телемониторинг;
- мобильная телемедицина для изолированных и труднодоступных районов;
- телемедицина как инструмент повседневной клинической работы;
- индивидуальная (домашняя) телемедицина.

Безусловно обе периодизации достаточно условны, многие этапы «переплетаются» или существуют параллельно. Важно отметить, что собственно «дистанционное оказание медицинской помощи и предоставление медицинских услуг посредством телекоммуникаций» стало применяться по крайней мере за 50 лет до того, как была сформулирована сама идея и концепция телемедицины, да и сам этот термин вошел в употребление.

1.2. История терминологии телемедицины

В 1905 году профессор В.Эйтховен впервые использовал латинскую приставку «tele-» для обозначения дистанционности медицинской помощи (им был предложен термин «телекардиограмма» - «telectardiogramme»)¹.

В 1950-1951 гг. профессор Я.Джерсон-Коэн и Эй.Джей.Кули вводят термины «телегнозия»² и «видеогнозия»³.

Телегнозия – это интерпретация факсимильных рентгенограмм, полученных дистанционно с помощью телефонной или радиосвязи.

Видеогнозия – это интерпретация рентгенограмм, демонстрируемых дистанционно с помощью телевизионной связи.

В 1959 г. профессор А.Ютрас вводит в использование такие термины как «дистанционная радиодиагностика», «видео-теле-

¹ Einthoven W. Le telectardiogramme // Archives Internationales Physiologie.-Vol. IV.-1906.-P.132-164.

² Gershon-Cohen J., Cooley A.G. Telognosis. Radiology. 1950 Oct;55(4):582-7.

³ Gershon-Cohen J. Videognosis: roentgenologic television diagnosis; a service for the small community hospital. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1951 Nov;66(5):808-11.

радиодиагностика», «телерентген-диагностика»⁴, обозначавшие дистанционную интерпретацию радиологических изображений.

В 1960-х годах вводится термин „теледиагностика” (англ. „teliagnosis”), обозначающий дистанционное распознавание и курацию патологических состояний. Термин «телеконсультация» впервые встречается в публикации Е.Куин в 1974 г.⁵, после чего используется в отчетах НАСА (1977 г.).

Термин «телемедицина» (точнее «телемедицинская техника» - «telemedical technique») впервые появляется в статье Р.Мэрфи и К.Берда, опубликованной в журнале «American Review Respiratory Diseases» в ноябре 1970 г.⁶ В декабре 1972 г. термин «телемедицина» (“TeleMedicine”) появляется в описании телемедицинского проекта Аризонского медицинского университета⁷, затем - фигурирует в работах Р.Марка⁸ и Дж.Гравенштейна⁹ с соавт. соответственно в феврале и июле 1974 г., а затем уже используется в многочисленных публикациях о космической медицине, телемедицинской системе в Пуэрто-Рико (1975 г.), отчетах НАСА (1977 г.) и т.д.

В Восточной Европе в конце 1950-х годов получил распространение термин «био(радио)телеметрия», означавший дистанционный врачебный контроль состояния здоровья человека. Первоначально термин (в широкое использование введен В.В.Париным¹⁰ в 1961 году) возник в космической медицине применительно к исследованиям и контролю здоровья космонавтов [5]. Однако, в последующем термин «телеметрия» широко использовался в гражданской системе здравоохранения.

⁴ Jutras A. Telerontgen diagnosis by means of video-tape recording. Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1959 Dec;82:1099-102. Jutras A. Video-tele-radiodiagnosis. Union Med Can. 1959 Oct;88:1215-7.

⁵ Quinn EE. Teleconsultation: exciting new dimension for nurses. RN. 1974 Feb;37(2):36-42.

⁶ Murphy R.L.H., Barber D., Bird KT. et al. Microwave transmission of chest roentgenograms. Am Rev Resp Dis102:771-777, 1970.

⁷ Arizona TeleMedicine Network: Engineering Master Plan (Tucson, AZ: Arizona University, College of Medicine, 1972), Dec. 31. Report N:OEO -B2C-5379. 331 p.

⁸ Mark RG. Telemedicine system: the missing link between homes and hospitals? Mod Nurs Home. 1974 Feb;32(2):39-42.

⁹ Gravenstein JS, Berzina-Moettus L, Regan A, Pao YH. Laser mediated telemedicine in anesthesia. Anesth Analg. 1974 Jul-Aug;53(4):605-9.

¹⁰ «Утро новой эры». Пресс-конференция, посвященная успешному осуществлению первого в мире космического полета человека в космическое пространство // Известия.- 15 апреля 1961г.- №91 (13637).- 1 с.

1.3. Краткий обзор развития телевизионной связи

В 1907 г. российский ученый Борис Львович Розинг (1869-1933) получает патенты в Российской империи, Англии, Германии и США на «Способ электрической передачи изображений на расстояние», став изобретателем первого механизма воспроизведения телевизионного изображения с помощью системы развертки в передающем приборе и электронно-лучевой трубки (рис.1.1). Таким образом впервые в мире был определен основной принцип устройства и работы современного телевидения.

В историческом плане развитие телевидения как технологии неразрывно связано с именами У.Смита, Б.Грабовского, И.Ф.Белянского, Ф.Фарнворта, М. фонАрденне, Г.Ива.



Рисунок 1.1. Борис Львович Розинг, Петер Голдмарк



Рисунок 1.2. Изобретатели телевидения: Семён Исидорович Катаев, Владимир Козьмич Зворыкин

На протяжении 1930-х гг. параллельно в СССР и США разрабатывается технология дистанционной передачи динамического изображения и звука. Телевидение (телевизионная связь) появилось благодаря выдающимся ученым - Семёну Исидоровичу Катаеву (Россия-СССР, 1904-1991) и Владимиру Козьмичу

Зворыкину (Россия-США, 1889-1992) (рис.1.2). Всего через несколько лет после своего появления телевизионная связь начала использоваться в медицине. Примечательно, что В.К.Зворыкин был одним из основоположников возможно первой профессиональной общественной организации в сфере телемедицины - Council on Medical Television (Совет Медицинского Телевидения). В 1940х гг. доктор физики Петер Голдмарк (1906-1977) разработал технологию цветного телевидения (рис.1.1). На основе изобретения П.Голдмарка была предложена телевизионная система для медицинских целей Zenith.

1.4. Краткий обзор развития компьютерной техники и Интернет

В 1948 г. из печати выходит книга выдающегося ученого, профессора Норберта Виннера (1894-1964) (рис.1.3) «Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине», заложившая основы современной компьютерной техники и информационного общества конца XX - начала XXI вв.



Рисунок 1.3. Норберт Виннер



Рисунок 1.4. Встреча Н.Виннера со украинскими учеными – будущими специалистами института кибернетики им.Глушкова (Киев, 1958 г.)¹¹

В 1940-х гг. начинается развитие компьютерной техники (в современном понимании этого слова). Основные этапы развития электронной компьютерной техники представлены в табл.1.1.

¹¹ Источник иллюстрации - Музеї розвитку інформаційних технологій.- www.ukrainiancomputing.org.

Таблица 1.1. Основные этапы развития электронной компьютерной техники

Год	Страна	Изобретатель	Компьютер	Вид
1942	США	Джон Атанасов, Клиффорд Берри	ABC (Atanasoff-Berry Computer)	электронный цифровой компьютер, проект был прерыван
1943-1944	Великобритания	Томас Г.Флауэрс с соавт.	Colossus	электронный компьютер для военной криптографической работы
1943-1945	США	Джон П.Экерт, Джон У.Мочли с соавт.	ENIAC (Electronic Number Integrator And Computer)	Полностью электронный компьютер на вакуумных лампах (общий вес 27 тонн)
1948-1950	СССР (Украинская ССР)	Сергей Алексеевич Лебедев с соавт.	МЭСМ и БЭСМ (малая и большая электронно-счетные машины)	Компьютер на электронных лампах. Первый компьютер в континентальной Европе
1949	Великобритания, Австралия	//-//	Собственные версии ENIAC	//-//
1958-1965	СССР (Украинская ССР)	Виктор Михайлович Глушков с соавт.	серия «Днепр», серия «МИР», серия «Киев»	Первые персональные компьютеры на основе которых была предложена Единая Государственная Сеть Вычислительных Центров
1977	США	Apple	Apple II	Серийное производство персональных компьютеров

Дальнейшее развитие компьютерной техники шло стремительно. В результате чего, в 1980-1990-х гг. персональные миниатюрные компьютеры стали столпом информационного общества и ключевой инженерной базой для телемедицины.



Рисунок 1.5. Джон П.Экерт и Джон У.Мочли - разработчики компьютера ENIAC



Рисунок 1.6. Сергей Алексеевич Лебедев – разработчик компьютеров МЭСМ и БЭСМ



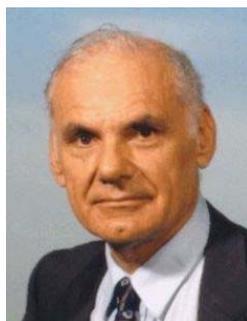
Рисунок 1.7. Виктор Михайлович Глушков - разработчик компьютеров серии МИР, основоположник компьютерных сетей

Основоположниками современной компьютерной техники являются Джон П.Экерт, Джон У.Мочли, Сергей Алексеевич Лебедев и Виктор Михайлович Глушков (рис.1.5-1.7).

В 1962 году В.М.Глушков разработал проект Единой Государственной Сети Вычислительных Центров (ЕГСВЦ) – прообраза современных компьютерных сетей. В 1964 году данный проект под наименованием ОГАС (Общегосударственная Автоматизированная Система управления) был доложен правительству СССР и, в результате, направлен для выполнения. Виктор Михайлович предлагал систему, которая могла бы с помощью сети вычислительных центров управлять экономикой всей страны в реальном режиме времени на всех уровнях, от руководства государства до руководства непосредственно предприятий и их подразделений; при этом предполагалось совершенствование

всей системы управления, планирования и прогнозирования экономики. Совместно с А.И.Китовым и сотрудниками института кибернетики В.М.Глушков в течение долгих лет работал над реализацией идеи, однако из-за отсутствия финансирования и сложной социально-экономической ситуации проект не был реализован. Отдельные его аспекты нашли свое применение на отраслевом уровне [93].

В 1969 г. в США в военных целях создается компьютерная сеть Арганет. По-мимо В.М.Глушкова, среди специалистов, создавших первые в мире компьютерные сети, следует непременно отметить Джозефа Ликлидера, Лоуренса Робертса и Леонарда Клейнрока (рис.1.8).



*Рисунок 1.8. Основоположники компьютерных сетей:
Джозеф Ликлидер Леонард Клейнрок Лоуренс Робертс*



Рисунок 1.9. Реймонд Томлинсон - основоположник электронной почты

В 1971 г. была разработана первая программа для отправки электронной почты. Систему обмена электронным письмами, а

1.5. Телемедицина в конце XIX - первой половине XX веков

В ранний период использования телемедицины основными телекоммуникационными технологиями для ее реализации были радио и телеграф. Данные средства коммуникаций были разработаны несколькими поколениями восточноевропейских, западноевропейских и американских ученых.

Телеграфная связь использовалась в военной медицине (гражданская война в США, русско-японская война, первая мировая и т.д.), в частности для решения организационных вопросов (в том числе координация эвакуации раненых) и обмена медицинской статистической информацией (списки раненых и убитых, запросы на медикаменты и т.д.). Известны факты использования телеграфной связи для вызова врача на дом к пациенту в 1900-1920-х гг.

В свое время телеграф впервые обеспечил «глобализацию», позволив свободное общение и обмен информацией между любыми точками Земного шара. Этот вид коммуникаций даже именуют теперь «Викторианским Интернетом» («Victorian Internet») (Standage Т.,1999), ибо впервые благодаря телекоммуникациям человек перестал жить изолированно, а смог «дотянуться» до любого уголка планеты.

Документально известен случай, произошедший в Австралии в 1917 году, для определения диагноза и сопровождения экстренного хирургического лечения пациента с травматическим разрывом мочевого пузыря была использована целая серия дистанционных консультаций по телеграфу. Именно этот эпизод впервые продемонстрировал возможности телекоммуникаций для приближения медицинской помощи в отдаленные, изолированные, труднодоступные районы.

В 1929 г. описан метод передачи дентальных радиографических изображений с помощью телеграфа; при этом отмечено высокое качество изображений. Данный сервис был предложен в качестве коммерческих дистанционных консультаций для стоматологов, однако широкого распространения не получил.

В период Великой отечественной войны документировано использование телеграфной и телефонной связи не только для решения организационных вопросов, контроля процесса эвакуа-

ции, координации действий медицинских частей, но и для дистанционных консультаций. Многочисленные описания полноценных телеконсультаций, в т.ч. с помощью телеграфно-телетайпной связи («аппарата Бодо») приведены в армейском дневнике выдающегося хирурга, академика А.А.Вишневого (рис.1.11) [12]: «...Я всегда испытываю какое-то странное чувство, «говоря» по «Бодо». Чудесная это машина <...>. Вспомнилась мне Ухта и то, как мы с начальником санитарной службы 9-й армии Гурвичем, во время финской кампании, так же вот вызвали Смирнова и просили разрешить нам накладывать гипс раненым с костным повреждением конечностей...»; «Утром оперировал...Вернулся в Олонец, где мне сразу вручили телеграмму: «Ушакову плохо, вторичное кровотечение из культуры, в ране нет грануляций». По телефону сказал, что делать»; «Здесь меня ждал телефонный вызов в Видлицу к раненому с гнойным перикардитом»; «Получил телеграмму, что Корягина плохо. Я уверен, что ничего страшного нет и телеграфировал, что затеков быть не может. Они ей распустили всю рану и ничего не нашли...».



Рисунок 1.11. Академик А.А.Вишневский

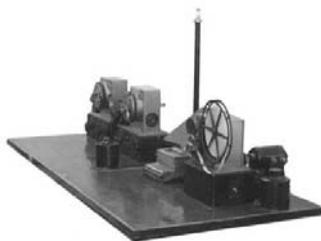


Рисунок 1.12. Телеграфный «Аппарат Бодо»

После операции по поводу инородного тела сердца А.А.Вишневский в течение недели регулярно получает от лечащего врача сообщения о состоянии здоровья раненого по телеграфу.

В конце XIX века несколько ученых (Антонио Меуччи, Иоганн Филипп Рейс, Александр Грэхем Белл) почти одновременно представили миру новую технологию звуковой связи – теле-

фон, который всего через несколько лет после своего появления нашел применение в медицинской практике (для общения пациента и врача, сбора медицинской и эпидемиологической информации). В начале XX века в Европе и США патентуют несколько схожих изобретений, а именно - стетоскопы, позволяющие передавать аускультативную картину сердца и легких посредством телефонной связи на расстоянии. Электрическое реле С.Брауна называют первым прибором (1915 г.), позволившим транслировать аускультативную картину по телефону. В 1928 г. (приоритет от 1924 г.) математик Х.Додж и инженер Х.Фредерик в США патентуют «Стетоскопический аппарат», который «...может быть подготовлен для присоединения к телефонным линиям для консультирования отсутствующим врачом и для передачи сердечных и грудных колебаний в центральную лабораторию, снабженную записывающим устройством». Однако, клинического распространения подобные приспособления не получили.

1905 год можно считать годом рождения телемедицины в современном понимании этого термина. В этом году 22 марта Вильем Эйтховен (Wilhelm Einthoven, профессор физиологии Лейденского университета (Голландия), Нобелевский лауреат, изобретатель электрокардиографии) произвел трансляцию нормальной электрокардиограммы из своей домашней лаборатории в университетскую клинику на расстояние 1,5 км с использованием телефонного кабеля (рис.1.13-1.14). В.Эйтховен впервые использовал латинскую приставку «теле-» для обозначения дистанционности медицинской помощи. Изобретенную им систему он назвал «телекардиограммой» («telecardiogramme»). В 1906 году в журнале «Archives Internationales Physiologie» В.Эйтховен опубликовал статью, посвященную первой в мире телемедицинской технологии. Эйтховен писал: «Там, где есть соединение, реальное или фигуральное, между лабораторией и больницей, сотрудничество между физиологом и клиницистом, где каждый остается главой на своей территории, только там возможно плодотворное использование электрических методов обследования» [172]. Транстелефонная электрокардиография является одним из самых надежных и эффективных средств телемедицины, которое интенсивно используется и по сей день.



Рисунок 1.13. Вильем Эйхтовен – основоположник телекардиологии и теле-ЭКГ

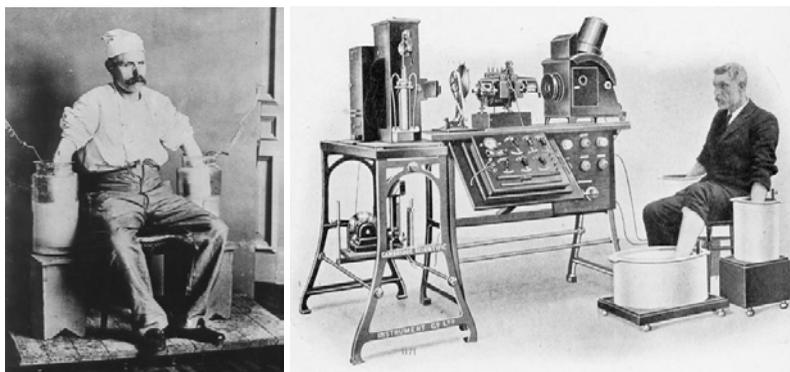


Рисунок 1.14. Процесс снятия и отправки телекардиограммы (1905 г.), электрокардиограф В.Эйхтовена¹²

В 1920 г. больницей Haukeland (Норвегия) впервые были организованы телеконсультации для моряков, находящихся в плавании; для обмена информацией использовалось радио. Есть сообщения о радио-передаче в 1921 г. аускультативной картины сердца с борта корабля ВМФ США в находящийся на берегу медицинский центр [16]. В 1935 г. в Италии по инициативе профессора Гвидо Гвида был открыт специальный Международный медицинский радио центр (CIRM) с целью предоставления дистанционной медицинской помощи флоту и населению островов

¹² Источник иллюстрации - The Einthoven Foundation.-www.einthoven.nl.

(рис.1.15). В 1945 г. аналогичный центр был открыт и во Франции. В течение последних 60 лет подобные организации созданы и активно работают во всем мире.



Рисунок 1.15. Профессор Г.Гвида проводит радио-телеконсультацию для заболевшего моряка (1935 г.)¹³

Центры морской медицины, проводящие телеконсультации для заболевших и травмированных моряков посредством радио, телефона, Интернета и т.д. существуют и активно работают во многих странах мира. К примеру, количество ежегодных телеконсультаций, проводимых подобными учреждениями скандинавских стран насчитывает тысячи.

Упомянутый выше эпизод с использованием телеграфа для неотложной помощи (Австралия, 1917 г.) стал важной вехой в развитии системы здравоохранения во всем мире. Будучи вдохновленным данной историей в 1928 г. в Австралии преподобный Джон Флинн (рис.1.16) организовал первую в мире систему санитарной авиации - Воздушную медицинскую службу (Aerial Medical Service – AMS), задачами которой были дистанционные консультации (посредством радио и телеграфа) и авиаперелеты врачей к пациентам. Флинн полагал, что наличие «в каждом на-

¹³ Источник иллюстрации - Centro Internazionale Radio Medico.-<http://www.cirm.it>

селенном пункте радиосвязи сделало бы AMS на 75% не нужным». Однако, проблема обеспечения электричеством в условиях жизни на лоне дикой природы являлась критическим фактором.

Данную проблему решил австралийский изобретатель Альфред Г.Трэгер, (рис.1.17) который разработал так называемое «педальное радио» (для обеспечения электричеством использовалась динамо-машина с педальным приводом).



Рисунок 1.16. Джон Флинн



Рисунок 1.17. Альфред Трэгер и его изобретение – педальное радио

Данное оригинальное устройство сперва позволяло обмениваться текстом азбукой Морзе, а после 1930 г. – уже и голосовыми сообщениями.

В 1940-х гг. в AMS действительно была реализована дистанционная медицина – все населенные пункты оснастили стандартизированными укладками, теперь врач, выслушав по радио описание болезни, мог просто назвать номера необходимых медикаментов или инструментов и дать назначения. Сочетание медицины, авиации и радио называют «социальной революцией», позволившей кардинальным образом изменить систему здравоохранения в Австралии.

В настоящее время данная организация, активно использующая телемедицину, именуется Royal Flying Doctor Service.

1.6. Телемедицина в середине XX века

Середина XX века характеризуется двумя направлениями в развитии телемедицины: восточно-европейским и североамериканским. Первое связано с развитием биотелеметрии, второе – с развитием медицинского телевидения.

1.6.1. Восточно-европейское направление развития телемедицины в середине XX века

С конца 1940-х гг. в СССР проводились масштабные исследования в рамках космической программы, которые привели к появлению новой научно-практической отрасли – биотелеметрии (биорадиотелеметрии). Обоснование, проектирование и использование систем медицинского контроля (СМК) для полетов животных проводились с 1948 по 1961 гг. под руководством В.И.Яздовского [1,3,5,16].

Регистрация физиологических функций животного и передача информации с борта космического корабля на Землю впервые была произведена 3 ноября 1957 г. во время полета 2-го искусственного спутника Земли с собакой Лайкой (регистрировались: артериальное давление (АД), ЭКГ, пневмограмма (ПГ), артериальное давление в бедренной артерии прямым методом, показатели двигательной активности).

В дальнейшем у животных телеметрировали также температуру тела, электромиограмму, сфигмограмму. Главным результатом использования СМК в указанных орбитальных полетах были доказательства возможности сохранения жизни животных в космическом пространстве и отсутствия угрожающих изменений в их функциональном состоянии (рис.1.18) [1,3,5,16].

Разработкой СМК для полета человека в космос в начале 1960-х гг. занималась лаборатория оперативного врачебного контроля, возглавляемая И.Т.Акулиничевым и входящая в отдел космической физиологии, руководимый О.Г. Газенко.

Над этой проблемой успешно трудились Б.Г. Буйлов, Р.М. Баевский, К.П. Зызыкин, А.Д. Егоров, М.Д. Емельянов, А.М. Жданов, Д.Г. Максимов, И.С. Щадринцев, В.А Чичкин, В.К. Философов, Н.А. Чехонадский, М.Д. Вентцель, В.И. Поляков, И.И. Попов, К.К. Щербаков, Ю.А. Кукушкин, В.Н. Рагозин, В.А. Дегтярев, А.Н. Козлов.



Рисунок 1.18. И.Т.Акулиничев, А.Р.Котовская и Ф.Д.Горбов проводят обследование Юрия Гагарина (11 апреля 1961 г.)



Рисунок 1.19. Медицинские обследования во время космического полета (космонавты В.В.Рюмин и В.А.Ляхов, 1979 г.)

В первых космических полетах человека на кораблях «Восток» использовался комплект «Вега-А» (масса 4 кг, энергопотребление 5 Вт), в который входили три идентичных усилителя ЭКГ, усилитель канала дыхания и электрокардиофон; последний предназначался для непрерывной подачи сигналов пульса по каналу бортового радиопередатчика «Сигнал» на Землю. Регистрация остальных показателей - ЭКГ и пневмограммы (ПГ) у Ю.А. Гагарина, ЭКГ, ПГ и кинетокардиограммы у Г.С. Титова - осуществлялась периодически, с помощью радиотелеметрической системы. Кроме того, использовались бортовые магнитные регистраторы. Electroды, предназначенные для регистрации

ЭКГ и частоты пульса у Ю.А. Гагарина, наклеивались на тело клеевым составом; у Г.С. Титова - фиксировались нагрудным поясом. Эта система фиксации обеспечила надежную регистрацию физиологических параметров во время суточного полета. При анализе данных телемониторинга использовались самые современные математические методы. В дальнейшем, список телеметрируемых показателей расширился, к нему добавились электроокулограмма (ЭОГ), электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и кожно-гальванические реакции (КГР) (рис.1.19-1.20).

Из выступления академика В.В.Парина 15 апреля 1961 г¹⁴.: «В течение всего полета Юрия Алексеевича Гагарина осуществлялся непрерывный врачебный контроль за его состоянием. Кроме сообщений о самочувствии, передаваемых им периодически по радио, врачи и физиологи с помощью радиотелеметрических систем наблюдали за пульсом и дыханием первого человека, находившегося в космическом пространстве. Большой опыт, накопленный телеметрией - новым направлением науки, соединившим в себе самые последние достижения медицины и радиоэлектроники, 12 апреля 1961 года был поставлен на службу человечеству... В комбинезон космонавта были вмонтированы простые и удобные датчики, преобразовывавшие физиологические параметры: биотоки сердца, пульсовые колебания сосудистой стенки, дыхательные движения грудной клетки в электрические сигналы. Специальные усилительные и измерительные системы обеспечили выдачу на радиоканалы импульсов, характеризующих дыхание и кровообращение на всех этапах полета...».

Из выступления академика Парина В.В. на Пресс-конференции, посвященной предварительным итогам изучения и обработки данных, полученных при помощи запущенных в Советском Союзе 9 и 25 марта 1961 г. 4-го и 5-го кораблей-спутников (РГАНТД, фонозапись 28.03.1961г., № ед.уч. 157): «Полеты советских космических кораблей позволили накопить опыт врачебного контроля на расстоянии и биотелеметрии. Этот

¹⁴ «Утро новой эры». Пресс-конференция, посвященная успешному осуществлению первого в мире космического полета человека в космическое пространство // Известия.- 15 апреля 1961г.- №91 (13637).- 1 с.

метод биотелеметрии уже прочно вошел в арсенал средств космической медицины и биологии. Так, например, на втором космическом корабле, было использовано 10 различных физиологических методов, а научная информация передавалась по многим радиотелеметрическим каналам. По существу, это уже целая летающая физиологическая лаборатория с многочисленными и разносторонними задачами» [328].



Рисунок 1.20. 1962 год - летчик космонавт Павел Попович в летном костюме (на лбу укреплен электрод для записи биотоков мозга, а у наружных углов глаз — электроды для записи биотоков глазодвигательных мышц)¹⁵

В 1961 г. в ряде работ было высказано предложение классифицировать физиологические измерения в условиях полета в зависимости от решаемой задачи как «врачебный контроль» и «медицинские исследования», а в последующие годы - выделять функционально самостоятельные системы по каждой из этих задач [5]. Первые функционально самостоятельные СМК и система медицинских исследований (СМИ) были разработаны под руководством И.Т. Акулиничева уже к 1964 г. к полету экипажа корабля «Восход-1», в состав которого наряду с В.М. Комаровым и К.П. Феоктистовым впервые был включен врач-космонавт Б.Б.Егоров. Для обеспечения врачебного контроля членов экипажа использовалась аппаратура «Вега-3» (масса 5 кг, энергопотребление 3 Вт), с помощью которой на активных

¹⁵ Источник иллюстраций - Акуличев И., Агаджян Н. Космическая биотелеметрия // Техника-молодежи. - 1962. - №9. - С.25-26.

участках полета регистрировались ЭКГ, ПК, СКГ, а также с помощью электрокардиофона по тракту радиосвязи передавались сигналы частоты пульса и дыхания. Медицинские исследования проводились врачом-космонавтом с помощью аппаратуры «Полином» (проброобраз будущей широко известной аппаратуры «Полином-2М»), позволяющей регистрировать ЭЭГ, ЭОГ, динамограмму и показатели координации движений. В 1967-1971 гг. в период полетных испытаний и отработки систем кораблей «Союз» бортовые СМК обеспечивали регистрацию ЭКГ, СКГ, ПК и ЧСС на активных участках полета с передачей их на Землю по телеметрическим системам, а также ЧСС и базальной температуры тела во время операции перехода из корабля в корабль с выдачей показаний как на телеметрическую систему, так и на бортовые сигнальные индикаторы (показания последних контролировались командирами экипажей). В состав СМИ входили прибор «Резеда» с набором бюреток для изучения внешнего дыхания и энерготрат, тонометр для измерения АД. В ходе полетов космических кораблей «Восток-3» и «Восток-4» (1961-1962 гг.) впервые в мире были использованы 2 регистратора физиологической информации для телеметрической трансляции: бортовой, обеспечивавший запись всех данных на участке спуска, когда радиопередача невозможна, и автономный - для регистрации пульса, дыхания и некоторых физических параметров после того, как космонавт покидает кабину корабля [1]

С 1963 г. разрабатываются СМК для обеспечения полетов сроком до 20 суток (К.П. Зазыкин, Р.М. Баевский, Д.Г. Максимов, А.Е. Банков, Ю.А. Кукушкин и др.). В дальнейшем СМК многократно модернизировались и улучшались. В 1980-1990-х гг. к числу «космических» диагностических методик добавилось ультразвуковое обследование (например, прибор «Аргумент А-1/01», позволявший транслировать ультразвуковое изображение на Землю посредством телевизионной связи). «Целый час тренировался в поиске датчиков "Аргумента" митрального клапана, аорты и желудочков, чтобы в сеансе связи сразу передать по телевидению хорошую картинку сердца» - пишет в своем дневнике космонавт В.Лебедев. Биотелеметрия в этот период включала в себя фиксацию следующих параметров: ЭКГ, пневмография, сейсмокардиография, кинетокардиография, сфигмография (ре-

гистрация кривой пульса бедренной, лучевой и сонной артерий), тахоосциллография (для измерения показателей артериального давления), флебография (для регистрации кривой пульса яремной вены и определения венозного давления, реография (для изучения ударного и минутного объема сердца и пульсового кровенаполнения различных областей тела), измерение массы тела, объема голени, забор крови, изучение внешнего дыхания, микробиологические исследования, а также исследования водно-солевого обмена и др.

Далее описаны несколько телеметрических систем, применявшихся в космонавтике СССР [61]. Для измерения пульса космонавтов использовался электрокардиофон (прибор, преобразующий биопотенциалы сердечной мышцы, соответствовавшие одному из комплексов электрокардиограммы, в прямоугольные импульсы, длительностью 120 мсек. Система позволяла вести постоянный визуальный или звуковой контроль пульса. Для регистрации частоты дыхания и типа дыхательных движений использовались два датчика, меняющих свое сопротивление пропорционально изменению периметра грудной клетки при дыхании. Для регистрации ЭКГ применялся сейсмокардиограф (принцип действия - преобразование пульсовых движений грудной клетки в электрические колебания). Все вышеперечисленные параметры в виде электрических сигналов подавались на вход бортовых телеметрических систем по кабелям различной длины, а в дальнейшем пересылались на наземные станции слежения с помощью коротковолнового передатчика (например, "Сигнал"). Со временем появилась так называемая малая телеметрия - передача информации с датчика на бортовую биотелеметрическую систему по особому радиоканалу. "Беспроволочная" регистрация физиологических параметров освободила космонавтов от кабелей, ограничивающих подвижность. Но в состав индивидуального снаряжения добавились усилители биопотенциалов, портативный передатчик и источники питания.

Развитие биорадиотелеметрии как научно-практической дисциплины, исходящей из космической медицины, в первую очередь связано с именами ряда выдающихся ученых (рис.1.21).

Василий Васильевич Парин (1903-1971) - академик, выдающийся ученый, один из пионеров медицинской электроники

и кибернетики, создатель многих методов биотелеметрии и математического анализа функциональных показателей с использованием электронно-вычислительной техники; под его редакцией в 1971 г. была издана книга «Биологическая телеметрия» [5].

Рисунок 1.21. Основоположники биотелеметрии и телемониторинга



Василий Васильевич Парин



Владимир Иванович Яздовский



Олег Георгиевич Газенко



Иван Тимофеевич Акулинчев

Владимир Иванович Яздовский (1913-1999) – академик, основатель и первый руководитель программы исследований по космической биологии и медицине.

Олег Георгиевич Газенко (1918-2007) - академик, один из основоположников космической биологии и медицины, директор Института медико-биологических проблем, примечательный

факт – в 1980-х гг. О.Г.Газенко руководил проектом «Космический мост в Армению» со стороны СССР.

Иван Тимофеевич Акулинчев (1915-2000) – академик, врач-кардиолог, основоположник векторкардиоэлектрографии, руководитель коллективов, разрабатывавших СМК.

Биотелеметрия очень быстро перешагнула из «закрытой» аэрокосмической военной медицины в медицину гражданскую.

Одним из основоположников клинической биотелеметрии несомненно является академик Владимир Викторович Розенблат, под его руководством были созданы и внедрены оригинальные методики динамической биорадиотелеметрии, его перу принадлежит свыше 300 научных публикаций (в т.ч. пионерские статьи 1961-1962 гг. по дистанционным исследованиям в кардиологии, монографии «Радиотелеметрические исследования в спортивной медицине» (1967) и «Биорадиотелеметрия» (в соавторстве, 1976) [6]. В начале 1960-х гг. развивается миниатюризация приборов для биорадиотелеметрии, благодаря которой данная технология становится доступной для широкого клинического использования.

В 1965-1966 гг. в Каунасском медицинском институте (Литва, СССР) под руководством академика Зигмаса Ипполитовича Янушкевичуса выполняются работы по транстелефонной передаче ЭКГ и телеметрии фонокардиографических исследований. С конца 1960-х гг. в СССР проводятся многочисленные исследования и внедрения самых разнообразных биорадиотелеметрических систем. В качестве примера можно привести коллективы под руководством В.В.Розенבלата, Л.С.Домбровского, Р.В.Унжина, работавшие в клинических и научно-исследовательских организациях г.Свердловска (ныне – Екатеринбург, РФ). За короткий период времени они разработали, апробировали и внедрили свыше 50 биотелеметрических приборов и их модификаций: радиопульсофонов, радиопневмографов, радиопневмометров, комбинированных радиотелеметрических приборов, передающих устройств и т.д.. В этот период разработаны подходы к проектированию и изготовлению многоканальных систем телерегистрации результатов измерений. Большинство разработанных приборов использовались в спортивной, экспериментальной медицине, кардиологии, ортопедии, пуль-

монологии, при изучении и лечении профессиональной патологии (например, радиотелеметрическая система 1972-1975 гг. для регистрации частоты сердечных сокращений у шахтеров во время производственной деятельности в агрессивных и взрывоопасных условиях угольных шахт Донбасса (Украина) [89]).

Широкую известность получила кардиологическая телеметрическая система «Волна» (рис.1.22), позволяющая проводить аналоговую передачу электрокардиограммы (серийный выпуск начат с 1974 г.), а также разнообразные ее аналоги. В СССР была развернута сеть приемных станций системы «Волна», был накоплен огромный, но, к сожалению, не систематизированный в полном объеме, опыт - число принятых ЭКГ некоторыми центрами составляло сотни тысяч.



Рисунок 1.22. Биотелеметрическая система «Волна» - успешная работа в течение 30 лет (Областной дистанционный центр ЭКГ-диагностики Областной больницы г.Новосибирска, Россия)¹⁶

Начиная с 1960-х гг. телефонная связь и сервисы на ее основе (факс, телетайп и т.д.) полномасштабно используется во всем мире для передачи медицинской информации и телеметрических данных. Телефонная связь начинает выполнять роль одной из инженерных основ для биотелеметрии, точнее – телемониторинга. В СССР (в том числе, в Украинской ССР) во многих крупных городах и областных центрах создаются дистанционные диагностические центры (Полтава – 1969 г., Саратов – 1972

¹⁶ Источник иллюстрации - Областной дистанционный центр ЭКГ-диагностики Областной больницы г.Новосибирска.- www.infarktu.net/forum/viewtopic.php?t=2324&sid=c6a0f00ec141e6757cf63a25b4b92f92.

г., Москва, Ярославль, Владивосток, Хабаровск и т.д.), осуществляющие транстелефонный прием ЭКГ с последующей интерпретацией и телеконсультированием. Известность получили работы З.И.Янушкевичуса, Э.Ш.Халфена, Т.С.Виноградова, П.Я.Довгалецкого (рис.1.23) и др. по передаче электрокардиограмм по телефонным линиям для срочной консультации в кардиологических центрах с использованием специальных отечественных аналоговых систем «Волна» и «Салют» (последняя - одноканальная система, включающая электрокардиограф и приставку для передачи ЭКГ по телефону (ЭКП)).



Рисунок 1.23. Работа телеметрического (дистанционно-диагностического) центра в Киеве. Телеконсультация с использованием телефонной связи и телеметрической системы «Волна» (врач-кардиолог А.И.Белокур) (1980-е гг., СССР) ¹⁷

Стоит отметить, что именно в кардиологии (точнее – в электрокардиографии) транстелефонная передача данных нашла наиболее широкое применение. В 1970-х гг. публикуются работы с отчетами о деятельности первых центров транстелефонной ЭКГ, исследования ее эффективности [63]. В 1971 году в Германии начали осуществлять дистанционный контроль функции пейсмекеров [16]. Ведутся работы по миниатюризации технических решений, разработки приборов для индивидуального ис-

¹⁷ Фотография из коллекции д-ра Г.Д.Киржнера

пользования. В 1980-х гг. выполняются масштабные работы по изучению клинической эффективности транстефонной ЭКГ для отдельных нозологий и в сравнении с обычными методами оказания помощи, убедительно демонстрируется снижение уровня смертности и летальности в следствие применения данного вида телемедицинских систем.

1.6.2. Северо-американское направление развития телемедицины в середине XX века

Первая телевизионная трансляция хирургической операции была проведена с использованием установки Zenith П.Голдмарка 31 мая 1949 г. в Университете Пенсильвании, а в декабре того же года подобное мероприятие провели в Атлантик Сити, при этом различные хирургические операции (кесарево сечение, костную пластику, аппендектомию) дистанционно наблюдала аудитория из 15000 врачей-членов Американской медицинской ассоциации. При этом было использовано 12 телевизионных установок Zenith (рис.1.24).



Рисунок 1.24. Первая в мире телевизионная трансляция хирургической операции в Пенсильвании, 31 мая 1949 г. ¹⁸

¹⁸ Источник иллюстрации (рис.1.24-1.25) - Genova T. Television history – the first 75 years.- www.tvhistory.tv.

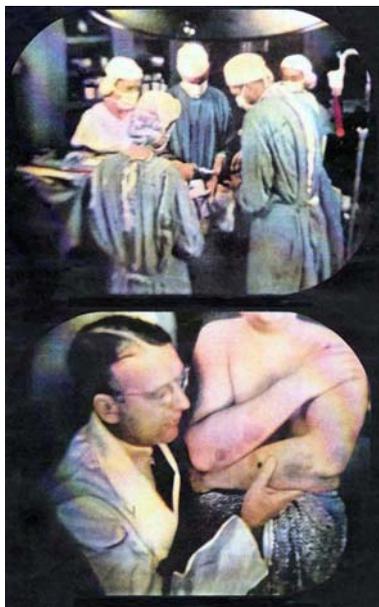


Рисунок 1.25. Кадры первых трансляций медицинских манипуляций (переливание крови при операции на желудке и диагностика псориаза), 1949 г.

В 1949 г. впервые появляется термин „медицинское телевидение”.

В течение 1955-1958 гг. по инициативе и под руководством инженера Джона Маккензи (секретаря общества «Council On Medical Television» и директора по телевидению крупной фармацевтической компании) был реализован телемедицинский проект, включавший применение микроволновой и кабельной телевизионной передачи для дистанционного обучения и консультирования.

Были проведены трансляции свыше 300 клинических и хирургических процедур из 25 медицинских учреждений [16]. С использованием телемоста профессор и выдающийся кардиохирург Майкл ДеБакей впервые в мире дистанционно продемонстрировал эндартериэктомию, а доктор Оуэн Вангенштейн - резекцию желудка. Доктор Роберт Варнер организовал первую в мире серию курсов дистанционного медицинского образования на основе кабельного телевидения (рис.1.25).

Отметим, что несколько позднее 2 мая 1965 г. был проведен медицинский межконтинентальный телемост между Северной

Америкой и Европой (с помощью коммуникационного спутника «Early Bird Comsat»): профессор Майкл ДеБакей (1908-2008) – выдающийся кардиохирург и ученый, один из основоположников аорто-коронарного шунтирования, установки искусственного сердца – выполнял в США операцию на открытом сердце (установку искусственного аортального клапана), в режиме интерактивного телемоста ход операции транслировался аудитории в Швейцарии. В ходе операции профессор ДеБакей отвечал на вопросы врачей-зрителей. В этом знаменательном событии приняли участие многие выдающиеся врачи, а также генеральный директор ВОЗ.

Клинические аспекты телемедицины на основе телевизионной связи были разработаны, изучены и достаточно широко внедрены благодаря доктору Кеннету Т. Берду (рис.1.26), профессору Альберту Ютрасу, профессору Сесилу Л. Виттсону, профессору Ребе А. Беншотер, Скотту Андрюсу, Чарльзу Хантеру, Р.Мерфи и другим.



Рисунок 1.26. Кеннет Т.Берд (1970 г.) – создатель термина «телемедицина»

Под руководством доктора Кеннета Т.Берда (1918-1991) в 1968 г. в Бостоне (США) установлена телемедицинская система между Массачусетской общей больницей, местным аэропортом

и больниц для ветеранов для дистанционной диагностики соматической, травматической и психиатрической патологии, а также – телерадиологии [149].

В качестве средства коммуникации в системе использовалась телевизионная связь, так называемое «двустороннее телевидение» («two-way television»). Важно отметить, что в данной системе применялись не только кабельные, но и беспроводные («microwave») средства связи (рис.1.27). В оценке эффективности данной системы принимали участие доктора Скотт Андрус, Чарльз Хантер, Р.Мерфи и другие [133,134], методом анализа характеристических кривых показана высокая диагностическая ценность телерадиологии в пульмонологии и фтизиатрии. Чуть позже были тщательно изучены и опубликованы технические аспекты практического использования телерадиологии врачами [149].

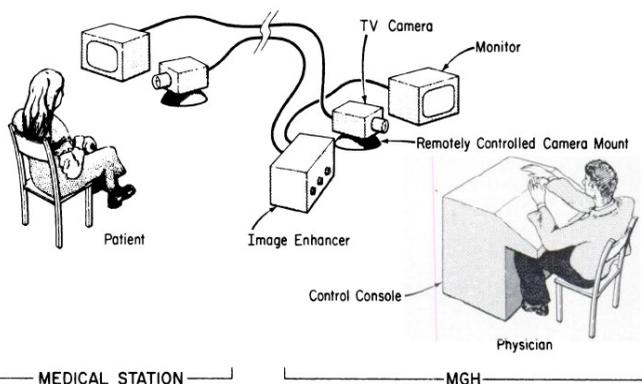


Рисунок 1.27. Схема одной из первых в мире клинических телемедицинских систем по Andrus, Bird et al., 1975 – используется кабельная телевизионная связь, обе камеры управляются врачом-консультантом¹⁹

В 1972 г. Кеннет Берд описывает возможности улучшения системы здравоохранения, он пишет: «Когда интерактивное телевидение дополняется инструментарием для диагностики и мониторинга, то образуется сеть телемедицины»²⁰.

¹⁹ Источник иллюстрации - Andrus WS, Dreyfuss JR, Jaffer F, Bird KT. Interpretation of roentgenograms via interactive television. Radiology. 1975 Jul;116(1):25-31.

²⁰ Bird KT. Cardiopulmonary Frontiers: Quality Health Care via Interactive Television. Chest 1972;3(61):204-205.

В той же самой публикации озмжно впервые в мире Берд дает определение: «Телемедицина – медицинская практика с помощью интерактивных аудио-видео коммуникационных систем без обычного физического взаимодействия врач-пациент. Телемедицина зависит от врача и его специальных возможностей. Она не заменяет его и не является альтернативой врачу. Фактически, телемедицина повышает эффективность специалиста и расширяет его возможности находиться в самом центре медицинской деятельности». Также Кеннет Берд, возможно впервые, использует термин «телемедицинский центр» (рис.1.28).

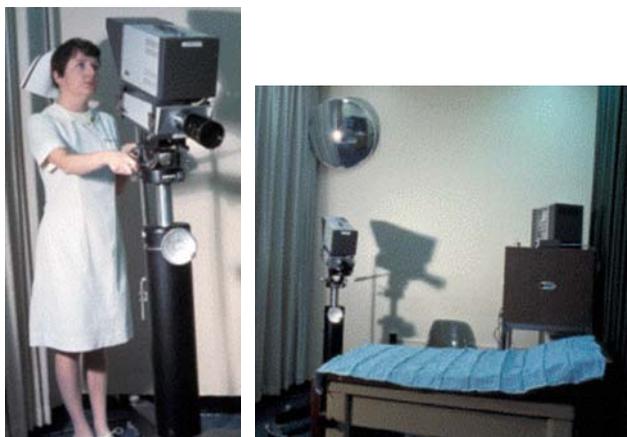


Рисунок 1.28. Медсестра управляет камерой телемедицинской системы, медицинский пункт в аэропорту Бостона с телемедицинским оборудованием (1960-1970е гг.)²¹

В 1972 г. группа специалистов под руководством К.Берда и Р.Мерфи проводит изучение возможностей и качества диагностики дерматологических заболеваний с использованием телемедицинских систем на основе телевизионной связи, а в следующем году - представляет результаты изучения диагностической ценности дистанционной аускультации сердца с помощью электронного стетоскопа, сравниваются данные непосредствен-

²¹ Источник иллюстрации - Andrus WS, Bird T. Teleradiology: evolution through bias to reality. Chest. 1972 Dec;62(6):655-7.

ной и удаленной фонокардиографии, обсуждается теле-ЭКГ; впервые вводится термин «телеаускультация». Убедительно показана клиническая и диагностическая эффективность телекардиологии [133,134] (рис.1.29). Аналогичная телемедицинская система на основе кабельной телевизионной связи использовалась в Walter Reed General Hospital (Вашингтон, США), однако диагностическая ценность и влияние на лечебный процесс для данной системы были оценены как плохие (из-за низкого качества изображений, технических проблем). В 1970х гг. телерадиологические системы, использующие телевизионную связь, применяются во Франции, Японии, Швеции.

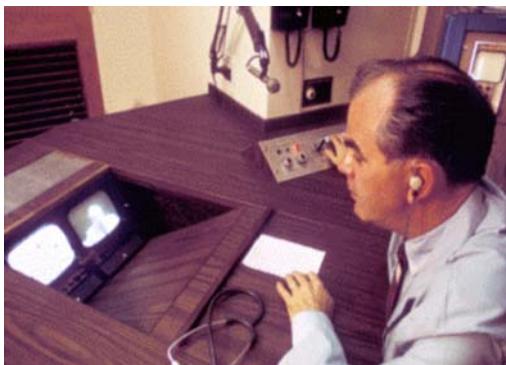


Рисунок 1.29. Доктор Кеннет Берд проводит телемедицинские консультации (1968-1975 гг.)²²

С 1957 г. в университете Монреаля (Канада) под руководством выдающегося радиолога, профессора Альберта Ютраса (1900-1981) начинает развиваться телерадиология в сфере диагностики болезней органов дыхания, желудочно-кишечного тракта, онкологической патологии желудка (рис.1.30). При этом А.Ютрас вводит в использование такие термины как «дистанционная радиодиагностика», «видео-теле-радиодиагностика», «телерентген-диагностика» [16]. Под руководством А.Ютраса была организована кабельная телемедицинская система, связывающая две больницы в Монреале обеспечивающая телерадиологическую диагностику.

²² Источник иллюстрации - Andrus WS, Dreyfuss JR, Jaffer F, Bird KT. Interpretation of roentgenograms via interactive television. Radiology. 1975 Jul;116(1):25-31.



Рисунок 1.30. Профессор Альберт Ютрас - основоположник телерадиологии



Рисунок 1.31. Телемедицинские консультации (1969 г.)²³

Под руководством ректора и профессора Сесила Л. Витсона (1907-1989) и профессора Ребы А. Беншотер (1930) в 1959 году в Университетском Медицинском Центре Небраски (г.Омаха, США) был реализован телемедицинский проект в котором использовалась двусторонняя кабельная телевизионная система для телеконсультаций (преимущественно в психиатрии) и дистанционного обучения врачей (рис.1.32-1.33).

В 1959 г. впервые в Психиатрическом институте Небраски организована дистанционная демонстрация пациентов с неврологической патологией для студентов-медиков. В 1961 г. выполнено первое серьезное научное исследование эффективности

²³ Источник иллюстрации - HeSCA.Health Sciences Communications Association.-
www.hesca.org.

и возможностей кабельных телевизионных систем при проведении групповой и индивидуальной психотерапии; было установлено, что применение телесистем не влияет на результаты лечения (в всех сравниваемых группах исходы были одинаковыми).



Рисунок 1.32. Профессор Сесил Л. Виттсон (1960е гг.)²⁴



Рисунок 1.33. Профессор Реба А. Беншотер

Однако, через 3 года была организована телепсихиатрическая система между Небраской и психиатрической больницей в Норфлоке (расстояние около 250 км), что позволило решить кадровые и организационные проблемы в данной отдаленной больнице, значительно повысить качество лечения, проводить сеансы дистанционного обучения, телеконсилиумы, специальные сессии для медсестер и т.д.

Стоит отметить, что впервые телеконсультации осуществлялись круглосуточно, а помимо видеоконференций применялись факсы для пересылки текстовой информации (историй болезни, учебников и т.д.). Также впервые было реализовано дистанционное обслуживание больницы врачом-специалистом. Консультант невропатолог из Психиатрического института Небраски постоянно курировал пациентов, находящихся в психиатрической больнице Норфлока; для телеконсультирования использовались видеоконференции и транстелефонная трансляция электроэнцефалограмм. К началу 1970х гг. в Небраске кабель-

²⁴ Фотография предоставлена UNMC Archives, Special Collections Department, McGoogan Library of Medicine, University of Nebraska Medical Center, Omaha

ная телевизионная система связывала Университетский Медицинский Центр и три больницы для ветеранов, расположенные в сельской местности. 68% времени данная телемедицинская система использовалась для учебных целей, 25% - для клинических и 7% - для организационных. Среди проблем использования были отмечены технические трудности и человеческий фактор.

В середине 1970х гг. изучается диагностическая эффективность телерадиологии, основанной на интерактивном телевидении (демонстрация радиологических изображений и дискуссия проводились в режиме видеоконференции), проводятся сравнительные изучения инженерных решений для телемедицины, а также изучается экономическая целесообразность ее использования.

В заключении описания северо-американского направления развития телемедицины в середине XX века необходимо отметить работы Эй.Джей.Кули и Якоба Джерсон-Коэна в сфере передачи статичных изображений.



Рисунок 1.34. Якоб Джерсон-Коэн

В 1947-1950 гг. Эй.Джей.Кули разработал систему для передачи рентгенограмм по телефонному кабелю и с помощью радиосвязи. В 1950-х гг. в Филадельфии (США) команда радиологов и инженеров под руководством профессора Якоба Джерсон-Коэна (1899-1971) при участии Эй.Джей.Кули установила систему для транслирования радиологических изображений с помощью факсимильной связи. Данное направление получило название «телегнозия».

Согласно официальному определению, телегнозия – это интерпретация факсимильных рентгенограмм, полученных дистанционно с помощью телефонной или радиосвязи. Для телеконсультирования рентгенограмм с помощью телевизионной связи Джерсон-Коэн ввел термин „видеогнозия” [16].

Отдельно необходимо отметить, что дистанционную диагностику радиологических изображений еще в 1951 г. полагали важнейшим инструментом для повышения качества медицинской помощи в сельских больницах.

Профессора Якоба Джерсон-Коэна называют создателем концепции теле- и видеогнозии, кроме того он является одним из основоположников маммографии и термографии. Этот деятельный человек и талантливый ученый все свою жизнь посвятил радиологии, всего за несколько недель до смерти он продемонстрировал возможности телеконсультирования рентгенограмм с помощью одного из первых в мире видеотелефонов.

Отметим также, что в конце 1950-х-1960-х годах в США проводились исследования и разработки в сфере космической биорадиотелеметрии. Телеметрические исследования во время первых космических полетов в США включали в себя: частоту сердечно-сосудистых сокращений, ЭКГ, концентрацию кислорода и углекислого газа. Примечательный факт – в 1962-1964 гг. под эгидой НАСА был подготовлен и выпущен трехтомный труд «Техники физиологического мониторинга», в котором были тщательно описаны методики и технологии организации и проведения мониторинга различных физиологических параметров в экстремальных средах (в т.ч. в условиях космического полета).

1.6.3. Мобильная телемедицина

Важной вехой развития телемедицины в середине XX века было появление мобильной телемедицины. Идеи дистанционного предоставления медицинской помощи, приближения ее в труднодоступные районы с использованием телекоммуникаций с одной стороны, и развитие спутниковых средств связи с другой позволили появиться новой технологии – мобильным телемедицинским станциям. В 1967 г. НАСА начало проект «Integrated Medical and Behavioral Laboratory Measurement

System (MBLMS)» по созданию системы для медицинской помощи, охраны здоровья, проведения биомедицинских анализов и бионаучных экспериментов для экипажей космических кораблей и отдаленных населенных пунктов на Земле. В 1971-72 гг. в рамках проекта были реализованы первые действующие телемедицинские системы, включавшие в себя аудио-, видеосвязь, трансляцию витальных функций (сердечно-сосудистая и дыхательная системы), передачу данных, рентгенограмм, результатов биохимических и микроскопических исследований. Было проведено изучение возможностей использования таких систем для оказания медицинской помощи в отдаленных и сельских районах. В результате этого предварительного исследования родился уникальный проект, получивший название «STARPAHC» (Space Technology Applied to Rural Papago Advanced Health Care). Целью которого было предоставление медицинской помощи населению изолированных и отдаленных районов с помощью мобильных телемедицинских система [270-271].



Рисунок 1.35. Общий вид передвижного телемедицинского комплекса (mobile health unit - MHU) проекта STARPAHC (1970е гг., США)²⁵

Проект был реализован в индейской резервации племени папаго, расположенной в южной Аризоне. Впервые были разработаны мобильные медицинские кабинеты (автомобили), снабженные, помимо стандартного диагностического и лечебного оборудования, телемедицинскими системами. Проект охватил около 14 тыс. жителей 75 населенных пунктов. Каждый мобиль-

²⁵ Источник иллюстрации - Starpahc Systems Report.-Vol.1-Operational Performance.-Lockheed Misseles&Space Company,1977.-48 p.

ный комплекс (mobile health unit (МНУ)) (рис.1.35) предоставлял возможность для цветных и черно-белых видеоконференций (в том числе для демонстраций микропрепаратов и рентгенограмм), голосовую связь, канал обмена компьютеризированной информацией. При этом спутниковые каналы связи использовались параллельно с наземными телефонными.

В течение 2 лет за медицинской помощью в МНУ обратились 3648 человек, телемедицинские сеансы были проведены для 439 (12%), именно видеоконференции проводились лишь в 3,5% случаев. Телемедицинские сессии включали в себя телеконсультирование, телерадиологию, реальновременное обследование пациента, видеомикроскопию. Наиболее частыми причинами для телеконсультаций были травмы 38%, кожные болезни – 27,9%, метаболические и гемодинамические нарушения – 21,4% (рис.1.36) [270-271].

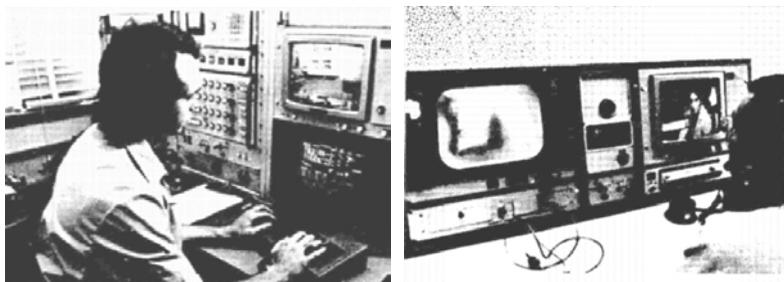


Рисунок 1.36. Телемедицинские сеансы проекта STARPAHC, 1970-е гг.²⁶

Наиболее эффективным признано использование телемедицины для лечения переломов, ран, заболеваний глотки, кожных язв, укусов змей, респираторных инфекций, гастроэнтеритов и в малой хирургии. Установлено, что телемедицинские консультации были либо критичными, либо важными и полезными для лечения пациентов в 86,3-97% случаев (для видеоконференций - 78,3%). Техническая эффективность охарактеризована как приемлемая в 85% случаев. Общими результатами проекта стали четко определенная высокая клиническая, организационная,

²⁶ Источник иллюстрации - Starpach Systems Report.-Vol.1-Operational Performance.-Lockheed Misseles&Space Company,1977.-48 p.

моральная и клиническая эффективность использования телемедицинских систем для обслуживания изолированных и сельских районов.

Отметим, что аналогичная система была внедрена с 1971 г. для медицинского обслуживания и повышения квалификации медперсонала труднодоступных населенных пунктов Аляски.

В 1974 г. под эгидой НАСА было выполнено первое масштабное исследование диагностической и технической эффективности мобильных телемедицинских систем с целью определения стандартизированных требований к приборам для дистанционной медицинской диагностики. Впервые инженерные требования к мобильным телемедицинским системам были научно обоснованы и унифицированы.

1.7. Телемедицина в конце XX - начале XXI веков

В конце XX века цивилизация Земли сформировала информационное общество, основанное на широчайшем глобальном использовании миниатюрных персональных (в том числе мобильных) компьютеров и периферийных устройств, доступных средств оцифровки информации, Интернета и беспроводных средств связи. Телемедицина, как составляющая всей системы электронного здравоохранения, является неотъемлемой частью жизни и медицинского обслуживания в условиях информационного общества. Это надежный и доступный инструмент повышения качества медицинской помощи и оптимизации организации системы здравоохранения

В 1973 и 1983 гг. Всемирная медицинская ассамблея (27-я в ФРГ и 35-я в Италия) утверждает документ «Положение об использовании компьютеров в медицине», посвященный, в основном, вопросам безопасности и сохранения медицинской тайны при использовании компьютерно-информационных технологий в здравоохранении. В 1992 году на 44-й Всемирной медицинской ассамблее (Марбелла, Испания) было принято «Положение о медицинском обследовании, "телемедицине" и медицинской этике». ВОЗ рекомендовала ряд этических и организационных принципов в качестве ключевых элементов при создании эффективной телемедицинской сети или системы.

В 1985 г. НАСА впервые использовало телемедицинские системы на основе голосовой спутниковой связи для телеконсультирования пострадавших во время землетрясения в Мексике. Примечательно, что система была развернута в течение 24 часов.

Тогда же начинает формироваться особое направление в телемедицине – телепатология (данный термин был введен R.Weinstein).

В конце 1980-х гг. телемедицина впервые позволила преодолеть не только географическое расстояние, но и политические барьеры.

7 декабря 1988 г. страшное землетрясение произошло в Армении. Через 2 недели после катастрофы США и СССР организовали совместный проект по проведению телемедицинских консультаций для пострадавших с использованием спутниковой связи. 4 медицинских центра США предоставили экспертов для участия в телемедицинских сессиях с Республиканским диагностическим центром в Ереване.

Фрагмент воспоминаний академика А.И. Григорьева, посвященный проекту «Космический мост в Армению»: «Биотелеметрия, лежащая в основе ее [телемедицины] современных методов, - передача данных о здоровье с помощью особых датчиков, - использовалась уже во время полетов в космос собак, крыс, обезьян, затем она превратилась в чисто космическую телемедицину для человека, а потом получила распространение на Земле. Произошло это в 70-е-80-е годы XX века. В Советском Союзе впервые мы применили этот метод в 1988 году, во время трагического землетрясения в Спитаке, по инициативе доктора Никогосяна, занимавшего ответственный пост в НАСА. Желая помочь армянскому народу, он обратился к послу СССР в Соединенных Штатах Америки, получил поддержку, и мы начали дистанционное диагностирование. Дело в том, что при сильных землетрясениях основные проблемы выживших людей связаны с так называемым краш-синдромом — синдромом сдавливания, при котором отказывают почки. У американцев после вьетнамской войны по этой части накоплен колоссальный опыт. Работа шла так: из Спитака через специальную «тарелку» мы передавали информацию в Москву, а оттуда она шла в четыре лучших

университетских центра США, где либо подтверждали правильность диагноза наших врачей, либо корректировали его, либо одобряли наше лечение, либо давали свои рекомендации. Так началось использование телемедицины в экстремальных ситуациях, а затем и при решении «обычных» врачебных задач» [327].

Неожиданное расширение проекта произошло после техногенной катастрофы в г.Уфе (4 июня 1989 г.) – еще один телемедицинский терминал был установлен в уфимском медицинском центре.

В течение 3 месяцев была проведена 51 телемедицинская сессия, в которых приняли участие свыше 400 врачей и медсестер из обоих полушарий; 253 пациента были дистанционно проконсультированы. Сеансы были организованы в виде двустороннего обмена аудио-, видео- и факсимильной информацией. Логическим продолжением этого проекта стал «Телемедицинский космический мост в Россию» («Telemedicine Spacebridge to Russia»), где в основном использовались асинхронные (store-and-forward) телеконсультации через Интернет, были протестированы специально разработанные динамические www-приложения и использовались различные виды медицинской мультимедийной информации. Возможность проведения desktop-видеоконференций позволила также использовать данную технологию для реальновременных телеконсультаций и дистанционных лекций (рис.1.37).

Руководителями «космических мостов» были О.Газенко, А.Никогоссян, Р.Меррелл

В конце 1990-х гг. телемедицина начинает использоваться для медицинской поддержки экстремальных видов спорта (в частности – альпинистские экспедиции на Эверест в 1998-1999 гг.), в 2004-2006 – альпинистские экспедиции в Антарктиде, в 2008-2009 – длительные заплывы на р.Амазонка и т.д.[113,213].

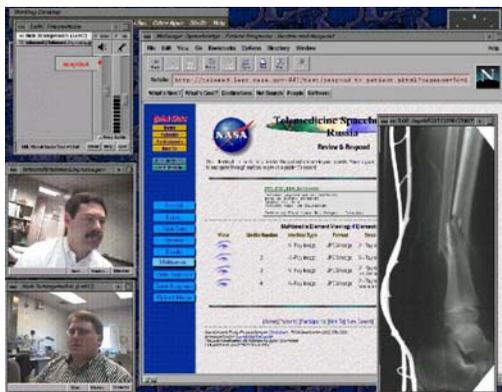


Рисунок 1.37. Скриншот телемедицинской консультации проекта «Телемедицинский космический мост в Россию»²⁷

В 1990-2008 гг. телемедицина становится надежным инструментом врачей всего мира. Ключевые ее характеристики в данный период следующие:

- техническая база преимущественно представлена персональными компьютерами (различной степени миниатюризации и мобильности), IP-протоколом передачи данных (Интернет), специальными телекоммуникационными протоколами (для видеоконференций, телемониторинга и т.д.), развитие беспроводных средств связи и передачи данных, а также мобильных/сотовых средств;
- дешевизна и простота в эксплуатации большинства программно-аппаратных комплексов обеспечивает широкую доступность и высокую эффективность телемедицины для любой системы здравоохранения;
- развитие концепции оказания медицинских услуг в точке необходимости и развитие индивидуальной (в т.ч. домашней) телемедицины.

Примечательно, что благодаря стремительному развитию индустрии производства компьютеров и глобализации Интернета телемедицина перестала быть «уделом» сверхдержав и стран с развитой экономикой. Теперь данный инструмент оптимизации и

²⁷ Источник иллюстрации - NASA Lewis is Gateway Facility for Telemedicine Spacebridge to Moscow.-NASA Press Release 93-78. Linda S. Ellis.(Bus: 216/433-2900).-www.nasa.gov.

улучшения медицинской помощи успешно используется в большинстве стран мира, в т.ч. в развивающихся.

Ключевые события в сфере телемедицины в разных уголках мира в описываемый период [16,190].

Африка: с середины 1980х гг. свыше 20 африканских стран (суб-Сахара) объединяются в телемедицинскую сеть NealthNet, в 1985-1986 гг. в Кении и Уганде реализуется проект по использованию спутниковой связи для обучения и медицинского обеспечения в сельской местности, в 1998 г. реализован телерадиологический проект в Мозамбике, затем установлен телемедицинский канал между Сенегалом и Францией.

Австралия: развивается телемедицина для отдаленных и изолированных районов, в том числе с использованием дистанционного манипулирования, телеуправления диализом, телерадиологии.

Австрия: реализуется ряд проектов - телепатология с 1989 г., телерадиология с 1995 г., комплексное использование в клинической работе с 1998 г. В 1995 г. разрабатывается нормативно-правовое обеспечение.

Бельгия: ряд университетов и крупных больниц реализует разработку и использование PACS систем.

Великобритания: работают телемедицинские центры по всей стране, развиваются телепатология, телерадиология, теледерматология, дистанционное обучение, в 1993 г. создан первый академический институт телемедицины при Университете Куинс, министерство здравоохранения реализует проект национальной медицинской сети, в середине 1990х гг. внедряются первые системы для домашней телемедицины.

Германия: в конце 1980х – начале 1990х гг. телемедицинские проекты работают в Ганновере, Берлине, Штутгарте (видеоконференции, телепатология, телерадиология), отдельные проекты посвящены дистанционной хирургии, домашней телемедицине, с 1997 г. развивается национальная медицинская сеть.

Греция: телерадиология применяется с 1992 г., телекардиология и цифровая теле-ЭКГ с 1995 г. (аналоговая с 1970х гг.), внедряется телемедицинское обслуживание населения островов и экипажей морских кораблей (мобильные спутниковые системы).

Исландия: первый телемедицинский проект стартовал в 1992 г., а в 1995 г. уже принят национальный план развития телерадиологии.

Испания: с 1990 г. работает проект по телемедицинскому обслуживанию населения Канарских островов, с 1996 г. начинает использоваться телерадиология, с 1997 г. – дистанционное обучение.

Италия: активно используются PACS системы, к 1990 г. внедряется телерадиология, проводятся научные исследования в сфере телемедицины, с 1995 г. применяется телехирургическая система для биопсии, работают телемедицинские проекты в сфере неотложной помощи, телепатологии, дистанционного обучения, в середине 1990х гг. разрабатывается национальный план по комплексному использованию телемедицины в клинической практике.

Канада: с 1996 г. создается информационная инфраструктура системы здравоохранения, разработаны 17 телемедицинских проектов. С 2003 года в стране активно внедряются системы телехирургии (дистанционные эндоскопические операции).

Китай: в 1990х гг. – активная телемедицинская деятельность в Гонконге (телерадиология, национальное общество), с 1994 г. в Шанхайском медицинском университете создается национальная телемедицинская сеть, в 1998 г. реализуется проект (США-Китай) по реальновременным телеконсультациям на основе Интернет.

Нидерланды: используется система электронных медицинских записей для связи аптек, врачей общей практики и больниц, внедряется телеконсультирование на основе Интернет и мобильной электронной почты, к 1991 г. формируется национальная телемедицинская сеть.

Норвегия: 1986 г. - впервые использованы видеоконференции в медицинских целях, к 1995 г. университетская клиника в Тромсё накапливает огромный опыт практического использования телемедицины (около 10 тыс. телемедицинских сессий), позволяющий создать на ее базе центр ВОЗ. Норвежский центр телемедицины по сей день является оплотом научной деятельности в данной сфере. В 1996 г. впервые в мире вводится национальная система оплаты телемедицинских услуг.

Португалия: создана национальная медицинская сеть, работает 6 проектов в сфере домашней телемедицины, в 1997 г. принят закон об оплате телемедицинских услуг.

Россия: реализован мобильный телемедицинский проект для пострадавших от Чернобыльской катастрофы, в 1993 г. реализован совместный с Норвегией (Тромсё) проект по созданию телемедицинской сети Архангельской области, расширяется национальная сеть на основе видеоконференций для дистанционного обучения и телеконсультаций, создаются телемедицинские региональные сети.

Саудовская Аравия: в 1994 г. реализован совместный с США телемедицинский проект.

США: 1992 г. – создание национальной общественной организации (Американской Ассоциации Телемедицины), развитие телемедицинских сетей и принятие собственных нормативно-правовых актов в сфере телемедицины в большинстве штатов (35 штатов к 1998 г.).

Украина: в 1994 г. идут переговоры с международными специалистами по внедрению телемедицины, первые телеконсультации, с конца 1990х гг. развивается национальная сеть теле-ЭКГ; в 2000 г. создается первый в стране телемедицинский центр (в Донецком НИИ травматологии и ортопедии); позднее телемедицина внедряется в клиническую работу в ряде областей страны (телетравматология и телеортопедия, теледерматология, телерадиология); областные телемедицинские сети функционируют с 2002 г. 2003 г. – учреждение национального научно-практического журнала «Украинский журнал телемедицины и медицинской телематики»; 2006 г. - создание национальной общественной организации Ассоциации развития украинской телемедицины и электронного здравоохранения.

Финляндия: телемедицинское обслуживание заполярных районов (телепсихиатрия, телерадиология, телеэндоскопия, теледерматология), активно применяются мобильные (сотовые) способы обмена медицинской информацией.

Франция: работает телемедицинская сеть, связывающая центры неотложной и скорой помощи, в 1989 г. в Тулузе создан Европейский институт телемедицины, в 1990х гг. в стране работают свыше 100 телемедицинских проектов и сетей (экстренная помощь, акушерство и перинатология, патология, малоинвазивная

хирургия и т.д.). В 2007-2008 годах разработан роботизированный комплекс Estele, позволяющий дистанционно проводить сонографические (ультразвуковые) обследования.

Швеция: с 1981 г. внедрена телерадиология, существует ряд клинических телемедицинских проектов, развивается мобильная теле-ЭКГ.

Япония: первые разработки в сфере телемедицины относятся еще к 1971 г. (кабельные телесистемы), в 1980х гг. в основном применяется телефонная связь для обмена медицинской информацией и пересылки изображений, в 1996 г. министерство здравоохранения утверждает собственную концепцию развития телемедицины.

В 1993 г. во время конференции «Medical Aspects of Telemedicine» (Тромсе, Норвегия) впервые была сформулирована идея создания всемирного международного общества телемедицины. Идея создания подобной общественной организации обсуждалась и развивалась в течение ряда лет. В 2003 г. было учреждено International Society for Telemedicine (согласно законодательству Швейцарии), в 2005 г. организация переименована в International Society for Telemedicine and eHealth) (рис.1.38).



Рисунок 1.38. Первый состав правления ISfTeH (слева направо: Frank Lievens (Бельгия) - секретарь и казначей, Jarro Reponen (Финляндия), Robert Rudowski (Польша), Michael Nerlich (Германия) - президент, Ricky Richardson (Великобритания) - вице-президент, James McGee (Великобритания), Mark VanderWerf (США), Lars Hulbæk (Дания), Marian Noga (Польша))

Новая веха в истории телемедицины началась в конце 1990х годов с разработкой и совершенствованием телехирургических систем, позволяющих проводить дистанционные эндоскопиче-

ские лечебные и диагностические манипуляции. В 1993 году во Франции начался проект EUREKA Master, посвященный малоинвазивной хирургии посредством роботов и телекоммуникаций. Достижения этого проекта в сфере качества, реалистичности и безопасности передачи данных по время хирургической операции легли в основу телехирургической системы Zeus (1993 год). 1996 год считают годом появления компьютер- или робот-ассистирующей хирургии – вида хирургии, использующего компьютерный интерфейс между врачом и пациентом, который в свою очередь:

- анализирует действия хирурга для последующего их повторения, обеспечения их безопасности и более высокой точности;

- передает соответствующие данные о движениях на удаленный манипулятор, который и выполняет непосредственно хирургическое вмешательство. Следующий виток развития робот-ассистирующей хирургии – дистанционная или телехирургия.

После двух лет экспериментальных исследований была проведена робот-ассистирующая холецистэктомия у человека (сентябрь 1999 года). В дальнейшем продолжились работы по выполнению подобных операций на расстоянии. В течение 2000 года была проведена серия экспериментальных телехирургических вмешательств (в качестве подопытных животных использовались свиньи). Данный проект получил название «Operation Lindbergh» (по имени летчика Charles Lindbergh, совершившего в 1927 г. трансатлантический беспосадочный перелет из Парижа в Нью-Йорк). Медицинские аспекты проекта были реализованы под руководством профессора Жака Марсо (Jacques Marescaux), технические - под руководством Моджи Годосси (Mojj Ghodoussi) (рис.1.39). Проект был реализован академическими (Institute for Research into Cancer of the Digestive System Institute, European Institute of Telesurgery) и индустриальными (France Telecom и Computer Motion) организациями-партнерами [219-220,234]. 7 сентября 2001 года состоялась первая телехирургическая операция – эндоскопическая холецистэктомия у 68-летней женщины. Пациентка находилась в Страсбурге (Франция), а оперирующий хирург – на расстоянии около 7000 км в Нью-Йорке (США) (рис.1.40).



Рисунок 1.39. Основоположники телехирургии, профессор Жак Марсо и Моджи Годосси



Рисунок 1.40. Первая в мире трансатлантическая(Страсбург - Нью-Йорк) телехирургическая операция, хирург – профессор Жак Марсо (Jacques Marescaux), 7 сентября 2001 года²⁸

Телехирургическую операцию выполнил профессор Жак Марсо и его ассистент профессор Ганье (M.Gagner). Непосредственно возле пациентки находились доктора Лерой и Смит (J.Leroy, Smith). Для обмена данными использовался оптоволоконный канал связи с гарантированной скоростью передачи 10 мегабит в секунду. Для интерактивного взаимодействия хирурга и ассистентов-абонентов использовалась программная видеоконференция по протоколу VoIP. Зафиксированная задержка составила 135 миллисекунд, данный показатель совершенно не повлиял

²⁸ Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. Nature 2001;413:379-80.

ял на качество и процесс хирургической операции. Длительность вмешательства составила 45 минут. Пациентка была успешно выписана через 48 часов, в стандартные сроки наступило полное выздоровление [219-220,234].

В 2005 г. ВОЗ принимает исторический документ – Резолюцию WHA58.28 «eHealth/Электронное здравоохранение», впервые регламентирующий использование телемедицины в глобальном масштабе.

Глава 2. Организация телемедицинской службы

2.1. Основные этапы организации телемедицинской службы региона

Процесс организация телемедицинской службы данного региона (района, области, города, государства) состоит из поэтапного выполнения следующих ключевых этапов:

1. Анализа существующей системы медико-санитарной помощи и выявления конкретных проблем.
2. Анализа имеющейся в наличии компьютерно-телекоммуникационной и цифровой диагностической инфраструктуры.
3. Юридического обеспечения телемедицинской деятельности.
4. Формирования инфраструктуры.
5. Внедрения регламента телемедицинского взаимодействия.

Элементы телемедицины (отдельные процедуры, системы и т.д.) должны внедряться на всех уровнях оказания медико-санитарной помощи с целью обеспечения оперативного взаимодействия, преемственности, своевременности и доступности таковой. Предварительно должен быть проведен анализ состояния региональной системы здравоохранения для выявления наиболее проблемных участков для первоочередного внедрения телемедицинских систем, а также оценки имеющейся медицинской и компьютерно-телекоммуникационной инфраструктуры.

2.2. Юридическое обеспечение телемедицинской деятельности

Нормативно-правовая база данного государства, регламентирующая использование телемедицины, состоит из [55,57,96]:

- национальных законодательных актов, имеющих прямое или косвенное отношение к процессу телемедицинского взаимодействия;
- национальных протоколов и стандартов медико-санитарной помощи;
- национальных и международных гармонизированных инженерно-телекоммуникационных стандартов;

- стратегических документов Всемирной организации здравоохранения (директива А58/21 «Электронное здравоохранение (eHealth)» и др.).

Ключевые проблемы нормативно-правового регулирования телемедицины:

- защита информации;
- ответственность;
- лицензирование и статус консультанта;
- информированное согласие пациента;
- протоколирование.

Защита информации. Обеспечение конфиденциальности медицинской информации – краеугольный камень любой телемедицинской деятельности. Комплекс законодательных документов должен регламентировать телемедицинский документооборот, потоки данных, правила их защиты, предоставления доступа, редактирования, архивирования и т.д. с целью соблюдения строгой приватности, информационной безопасности телемедицинской процедуры параллельно с обеспечением доступа к нужному объему данных в актуальные сроки и в нужном месте.

Ответственность. Изначально проблема распределения ответственности при использовании телемедицины решалась довольно просто – стандартная телемедицинская процедура (телемедицинское консультирование) позиционировалась как методика поддержки в принятии клинического решения. Таким образом, полную ответственность за пациента нес непосредственный медицинский работник (лечащий врач, врач-абонент). Данная схема, в целом, остается вполне адекватной и в настоящее время. Однако, развитие технологий вносит новые аспекты. При использовании активных систем телеассистирования ответственность за пациента несет удаленный специалист – врач-эксперт, дистанционно управляющий лечебной и диагностической аппаратурой. С юридической точки зрения – врач-эксперт несет полную ответственность за качество своих выводов и действий, но в случае конфликтной ситуации должна быть проведена экспертная оценка действий и объемов информации, предоставленной с абонентской стороны.

Лицензирование и статус консультанта. Собственно лицензирование телемедицинской деятельности не является обязательным атрибутом национальной юридической системы. Критичный момент – это аккредитация консультанта, точнее юридическое подтверждение его прав оказывать тот или иной вид медико-санитарной помощи на определенном уровне. Особенно острым является данный вопрос при международном или внутрифедеральном телемедицинском взаимодействии. С юридической точки зрения данная проблема должна решаться путем сопоставления соответствующих правовых документов, анализа и выработки общих подходов к аккредитации уровня специалистов.

Информированное согласие пациента является обязательным компонентом любого медицинского вмешательства, в том числе – телемедицинской процедуры. Даже в условиях полного отсутствия правового регулирования телемедицины применение шаблонных форм письменного согласия позволяет решить проблемы ответственности и защиты информации.

Протоколирование телемедицинской деятельности должно осуществляться с использованием принятой в государстве системы медицинской отчетной документации либо с использованием стандартизированных форм документов согласно приведенному далее списку.

Основные формы документации, используемые в процессе телемедицинской деятельности:

- положение о телемедицинском центре,
- положение о взаимодействии телемедицинских центров,
- должностные инструкции сотрудников телемедицинского центра,
- заявка на телемедицинскую процедуру,
- журнал учета работы телемедицинского центра,
- журнал регистрации телемедицинских процедур,
- заключение консультанта,
- информированное согласие пациента на проведение телемедицинской процедуры
- расписка о неразглашении медицинской тайны для сотрудников телемедицинских центров, которые не имеют медицинского образования.

Стандарты медицинской помощи, оказываемой посредством телемедицины, должны полностью соответствовать любому иному типу взаимодействия медработника и пациента с учетом специфических факторов, локализации, фактора времени и относительной доступности медицинской помощи. В клинические протоколы должны быть внесены модификации, обеспечивающие использование телемедицинских технологий согласно медико-организационной ситуации и в соответствии с показаниями.

Однако, подобные модификации не должны уменьшать объем помощи, манипуляций и услуг, выполняемых в рамках данного клинического протокола. Для качественного и безопасного проведения телемедицинских процедур медработники должны иметь соответствующие навыки и знания, которые могут быть предоставлены на до- и/или постдипломном уровне, в том числе в контексте непрерывного профессионального образования.

Полностью открытым юридическим вопросом в сфере телемедицины в настоящее время является регламентация распределенного хранения медицинской информации и доступа к ней. Пути к решению данной проблемы должны быть разработаны в ближайшее время.

В Украине нормативно-правовая база использования телемедицинских технологии в здравоохранении состоит из ряда Законов Украины, Указов Президента Украины, Постановлений Кабинета Министров (КМ) Украины, Приказов Министерства здравоохранения (МОЗ) Украины.

Законы Украины:

1. Конституція України. Прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України 28 червня 1996 року.

2. Закон України „Основи законодавства України про охорону здоров'я” (від 19.11.1992, № 2801-XII).

3. Закон України „Про інформацію” (від 02.10.1992, №2657-XII).

4. Закон України „Про Національну програму інформатизації” (від 04.02.1998, № 74/98-ВР).

5. Закон України „Про телекомунікації” (від 18.11.2003, № 1280-IV).

6. Закон України „Про захист інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах” (від 05.07.1994, № 80/94-ВР)

7. Закон України "Про електронні документи та електронний документообіг" від 22.05.2003 № 851-IV;

8. Закон України „Про електронний цифровий підпис” (від 22.05.2003, № 852-IV).

9. Закон України „Про авторське право і суміжні права” (від 23.12.1993, №3792-ХІІ).

10. Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» (від 09.01.2007. №537-V).

Укази Президента України:

1. "Про заходи щодо розвитку національної складової глобальної інформаційної мережі Інтернет та забезпечення широкого доступу до цієї мережі в Україні" від 31.07.2000 №928/2000.

2. "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 19 липня 2001 року "Про заходи щодо захисту національних інтересів в галузі зв'язку та телекомунікацій" від 23.08.2001 року №731/2001.

3. "Про деякі заходи щодо захисту державних інформаційних ресурсів у мережах передачі даних" від 24.09.2001 №891/2001.

Постановлення КМ України:

1. "Про затвердження Порядку взаємодії органів виконавчої влади з питань захисту державних інформаційних ресурсів в інформаційних та телекомунікаційних системах" від 16.11.2002 №1772.

2. "Про заходи щодо створення електронної інформаційної системи "Електронний Уряд" від 24 лютого 2003 р. N 208.

3. "Про затвердження Порядку використання комп'ютерних програм в органах виконавчої влади" від 10.09.2003 №1433.

4. "Про затвердження Порядку легалізації комп'ютерних програм в органах виконавчої влади" від 04.03.2004 р. №253.

5. "Про затвердження Положення про Національний реєстр електронних інформаційних ресурсів" від 17.03.2004 р. №326.

6. „Про затвердження Порядку застосування електронного цифрового підпису органами державної влади, органами

місцевого самоврядування, підприємствами, установами та організаціями державної форми власності” (від 28 жовтня 2004 р., №1452).

Приказы МОЗ Украины:

1. Наказ МОЗ України від 26.03.2010 р. №261 “Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я”.

2. Наказ МОЗ України від 21.05.1998 р. №127 “Про створення Єдиного інформаційного поля системи охорони здоров'я України”.

3. Наказ МОЗ України від 30.06.1998 р. №180 “Про упорядкування статистичної звітності в закладах та установах системи МОЗ України”.

4. Наказ МОЗ України від 08.10.1998 р. №297 “Про перехід органів і закладів охорони здоров'я України на Міжнародну статистичну класифікацію хвороб і споріднених проблем охорони здоров'я Десятого перегляду”.

5. Наказ МОЗ України від 09.06.1999 р. №143 “Про затвердження Переліку конфіденційної інформації, що є власністю держави, в системі МОЗ України”.

Таким образом, национальная нормативно-правовая база, регламентирующая использование телемедицины в Украине состоит из следующих компонентов:

1. Законодательных документов, регламентирующих медико-санитарную помощь.

2. Законодательных документов, регламентирующих документооборот и информационные потоки.

3. Законодательных документов, регламентирующих защиту и конфиденциальность информации.

4. Законодательных документов, регламентирующих отчетность и протоколирование.

5. Законодательных документов, регламентирующих порядок использования аппаратно-программных средств.

2.3. Формирование инфраструктуры

2.3.1. Подходы к формированию инфраструктуры для телемедицины

Телемедицинские процедуры – неотъемлимые компоненты лечебно-диагностической работы медицинского персонала. Для

использования телемедицины лечебно-профилактические учреждения должны быть оснащены стандартными комплектами телемедицинского оборудования (см.раздел 4.6).

При выборе конкретных видов телемедицинских комплексов, торговых марок, решений и разработок необходимо учитывать:

- клинико-организационные задачи, которые предстоит решать с помощью данного оборудования;
- географические факторы;
- планируемую рабочую нагрузку;
- экономические факторы.

Комплексы телемедицинского оборудования могут формироваться на основе уже существующей ИТ-инфраструктуры (компьютеров, доступа в Интернет, локальной сети и т.д.). Поэтому перед внедрением телемедицинских систем необходим тщательный анализ уже имеющихся в наличии компьютерно-телекоммуникационных ресурсов.

Приобретаемое оборудование должно позволять решать конкретные клинико-организационные задачи с максимальной эффективностью при минимальных финансовых вложениях (как первичных, так и амортизационных) и простоях. При этом должны соблюдаться принципы стандартизации и интероперабельности.

2.3.2. Телемедицинский центр

Телемедицинский центр (синонимы – дистанционный диагностический центр, центр домашней (индивидуальной) телемедицины) – основное инфраструктурное подразделение телемедицинской сети, обеспечивающее выполнение клинических, организационных, учебно-методических и научных задач [31,40,98,99].

Основные задачи телемедицинского центра (ТМЦ):

1. Проведение телемедицинских процедур для пациентов лечебно-профилактического учреждения, к которому принадлежит ТМЦ, а также - в пределах контролируемой административной территории.

2. Комплексирование и интеграция разных видов телемедицинских процедур с целью получения в минимальные сроки

наиболее полной и достоверной медицинской информации для диагностики и определения схемы лечения.

3. Разработка и внедрение в практику экономически обоснованных, высокоэффективных методов использования телемедицины.

4. Осуществление консультативной помощи медицинским работникам по вопросам телемедицинской деятельности.

5. Внедрение и развитие телемедицинских систем для расширения возможностей и повышения уровня лечебно-диагностического процесса.

6. Обеспечение безопасности телемедицинских процедур для пациентов, сохранение медицинской тайны и конфиденциальности, целостности цифровой медицинской информации.

7. Активное участие и обеспечение повышения квалификации врачей и средних медицинских работников.

8. Ведение документации, протоколирование телемедицинских процедур, подготовка статистических отчетов учреждения по вопросам телемедицинской деятельности.

9. Внедрение отраслевых и национальных стандартов, современных аппаратно-программных комплексов и телекоммуникационных средств, подготовка стандартных протоколов и т.п.

Основные функции телемедицинского центра (ТМЦ):

Телемедицинский центр, с целью реализации положенных на него задач, осуществляет следующие основные функции:

1. Принимает участие в разработке единых подходов в использовании телемедицинских технологий для эффективной деятельности системы здравоохранения.

2. Обеспечивает проведение сеансов телемедицинской связи консультативного, учебного, организационного и иного целевого характера.

3. Сотрудничает с учреждениями и организациями здравоохранения в интересах развития телемедицинской сети в стране и помощи гражданам и организациям в предоставлении телемедицинских услуг.

4. Обеспечивает подготовку необходимых материалов для проведения телемедицинских процедур.

5. Осуществляет эксплуатацию аппаратных и программных средств телемедицины, проводит техническое обслуживание.

6. Документирует процессы и результаты телемедицинских процедур.

7. Организует взаимодействие и сотрудничество с иными ТМЦ, организациями и структурами.

Кадровое обеспечение телемедицинского центра. Для функционирования телемедицинского центра необходим следующий персонал:

- координатор - диспетчер (высшее или полное высшее медицинское образование),

- врач-эксперт (полное высшее медицинское образование),

- патронажная медицинская сестра (высшее или полное высшее медицинское образование),

- инженер (высшее или полное высшее инженерное образование).

Задача координатора: методически правильная организация и бесперебойное проведение телемедицинских сеансов, помощь медицинским работникам в подготовке данных для телемедицинских процедур, решение экономических, организационных и других задач.

Задача врача-эксперта: организация и проведение телемедицинских сеансов, предоставление консультативных заключений.

Задача патронажной медицинской сестры: контроль за поступлением данных от домашних, амбулаторных и других систем телемониторинга и иных средств домашней телемедицины, осуществление медсестринского телепатронажа.

Задача инженера: обеспечение бесперебойной работы оборудования и средств связи.

Количество штатных единиц координаторов, патронажных медицинских сестер и инженеров зависит от графика работы телемедицинского центра. Количество штатных единиц экспертов зависит от количества медицинских специальностей, по которым осуществляются телемедицинские процедуры. Врачи-эксперты могут быть штатными сотрудниками телемедицинского центра или, в случае необходимости, привлекаться как консультанты на договорной или другой основе.

Штатная единица "патронажная медицинская сестра" выделяется в том случае, если в состав телемедицинского центра входит центр домашней телемедицины/телемониторинга.

Выделение штатной единицы "инженер" является опциональным; рационально наличие у координатора второго высшего образования в сфере информационных и телекоммуникационных технологий; желательно выделение штатной единицы "инженер" при наличии видеостудии.

2.4. Обеспечение телемедицинского взаимодействия

Принципы взаимодействия телемедицинских центров:

1. Содействие повышению качества медицинской помощи, оптимизация процессов организации и управление здравоохранением путем внедрения и использования телемедицины.

2. Реализация мероприятий, направленных на обеспечение доступности медико-санитарной помощи.

3. Формирование системных подходов к внедрению и использованию телемедицинских технологий в системе здравоохранения, обеспечение безопасности телемедицинских процедур.

4. Реализация принципа единого медицинского информационного пространства.

5. Соблюдение условий конфиденциальности и целостности медицинской информации о состоянии здоровья пациента.

6. Единые подходы и критерии при применении и оценивании эффективности телемедицинских технологий в здравоохранении, определении возможностей использования и дальнейшего развития телемедицины.

Основные направления взаимодействия телемедицинских центров:

1. Внедрение и осуществление телемедицинского консультирования, дистанционного обучения, телемониторинга, систем домашней (индивидуальной) телемедицины, дистанционного манипулирования и иных технологий телемедицины с целью расширения возможностей и повышения эффективности лечебно-диагностического процесса.

2. Применение телемедицины для достижения лечебно-диагностических, скрининговых, превентивных, учебных, организационных, научных и других целей.

3. Коллегиальная помощь в организации и предоставлении телемедицинских услуг, решении организационных и иных вопросов.

4. Привлечение и интеграция разных методик и средств телемедицины к процессу предоставления медико-санитарной помощи.

5. Участие в разработке и внедрении отраслевых и национальных стандартов, гармонизации международных стандартов использования телемедицинских технологий в здравоохранении.

6. Содействие организации повышения квалификации медперсонала в рамках непрерывного медицинского образования путем дистанционного и электронного обучения, телемедицинского консультирования и т.п.

7. Организация мероприятий по безопасности данных и защиты от несанкционированного вмешательства во время телемедицинских процедур.

8. Обмен доказательной научной и учебно-методической медицинской информацией между субъектами взаимодействия.

2.5. Национальные и региональные модели организации телемедицинских сетей

В настоящее время в мире накоплен обширный опыт использования различных телемедицинских систем и приложений в практическом здравоохранении и профессиональном медицинском обучении. В той или иной форме телемедицина используется на всех континентах, в большинстве стран мира. Динамичное развитие этой отрасли, появление новых инженерных решений, специфические медико-географические, социальные и прочие условия обусловили чрезвычайное разнообразие организационных подходов к построению и использованию телемедицинских проектов и сетей.

Необходимость внедрения телемедицины в национальную систему здравоохранения требует обобщения мирового и отечественного опыта, анализа и последующего синтеза собственной реалистичной модели для эффективного использования телеме-

дицинских технологий как на национальном уровне, так и на уровне областей/регионов. Следует особо отметить, что помимо сугубо клинических и образовательных задач телемедицина является неотъемлемой частью системы государственного управления здравоохранением.

В настоящее время наиболее четко обозначены и распространены следующие основные модели (концепции) использования телемедицины в здравоохранении на региональном и национальном уровнях: западноевропейская, регенсбургская, российская, африканская (RAFT), североамериканские («Телеприсутствия», ANGELS), «low-cost telemedicine/low resource settings» («телемедицина в условиях ограниченных ресурсов»), „два острова”, а также несколько организационно-теоретических моделей [45].

Западноевропейская модель телемедицины [151,183,190]

Сущность модели – доступные телемедицинские технологии для повседневного использования врачами, привлечение широкого круга специалистов к решению сложной клинической задачи, дистанционное обслуживание отдаленных больниц и населенных пунктов врачами-специалистами (цитолог, нейрохирург, эндокринолог). Инженерная основа модели – IP-протокол связи (Интернет), веб-платформы, электронная почта, сервисы сотовой (мобильной) телефонии, роботизированные диагностические системы, домашняя телемедицина. Высокие клиническая, экономическая и организационная эффективность данной модели показаны в значительном количестве публикаций. Отличительная черта модели – подбор необходимой технологии (инженерной основы) в зависимости от конкретных клинических задач (от электронной почты до хирургических роботов). Например, для простых ортопедических телеконсультаций между сельскими и городскими больницами используются сотовые телефоны со встроенными цифровыми фотокамерами и поддержкой мультимедийных сообщений (MMS), а для обслуживания труднодоступных горных районов в Альпах врачом-цитологом применяются сложные системы для телемикроскопии. В той или иной форме данная модель телемедицины применяется в западной и восточной Европе (в т.ч. в Украине), в Азии (Индия), Австралии. Можно с уверенностью сказать, что

данная модель одна из наиболее оптимальных. Ее сильной стороной является дифференцированное использование технологий (с инженерной точки зрения) в зависимости от четких клинических задач и с учетом индивидуальных социальных, географических, материально-финансовых условий. В большинстве случаев медицинский работник (врач, медсестра) может самостоятельно использовать телемедицинскую технологию без привлечения технического персонала. Широкий спектр используемых технологий, их гибкость, стандартизированность, простота и относительная дешевизна позволяет добиться многочисленных положительных эффектов.

Регенбургская модель телемедицины [185,272]

Нарастающая сложность лечебно-диагностического процесса требует обеспечения более быстрого и адекватного обмена информацией между отдаленными точками оказания медицинской помощи, расположенными в пределах региона. Регенбургская модель позиционируется как «некоммерческая телемедицина на основе дешевых технологий». Ее инженерной основой являются стандартизированные системы видеоконференц-связи на основе персональных компьютеров. Эффективность модели показана по результатам функционирования телемедицинской сети, объединяющей 15 участников (медицинский центров) Восточной Баварии (Германия). Оценка была произведена по материалам 203 синхронных телеконсультаций, в процессе которых было передано 697 графических файлов с медицинской визуализацией. В 95% случаев присланные материалы (графические файлы) оценены как достаточные для принятия адекватного клинического решения. Показана экономическая эффективность для системы регионального здравоохранения, а именно - сокращение расходов на лечебно-диагностический процесс за счет более раннего и более рационального клинического решения. В частности, отмечено снижение затрат на ненужные транспортировки пациента. В определенной степени данная модель является частным случаем западноевропейской. Отличительной же ее чертой является ограниченность используемых инженерно-коммуникационных средств, тем не менее, модель демонстрирует доказанную высокую клинико-экономическую эффективность.

Российская модель телемедицины [91,112,116]

Назначение модели это связь крупных федеральных лечебных учреждений с национальными медицинскими центрами (клиническими и образовательными), областные/региональные сети, связь между филиалами окружных медицинских центров. Инженерной основой являются так называемые видеостудии – дорогостоящие комплекты для проведения широкоформатных видеоконференций по стандарту H.323. В качестве линий связи применяются ISDN и широкополосный Интернет (в т.ч. спутниковый). Все прочие технологии рассматриваются как второстепенные. Акцент сделан на проведении коммерческих курсов последипломного дистанционного обучения и платных телеконсультаций в присутствии пациента. Организационная и клиническая эффективность (с учетом социально-географических условий России) показана в ряде работ. Отметим, что экономическая целесообразность модели начала изучаться спустя десятилетие после внедрения. В последнее время российская модель стала активно дополняться мобильными телемедицинскими комплексами со спутниковыми каналами связи, которые используются в экстремальных ситуациях и на транспорте. Данная модель несколько однобока, т.к. подразумевает использование только некоторых Интернет-сервисов и только в качестве вспомогательных средств. Таким образом, в дистанционном обучении не используется принцип непрерывности, отсутствует возможность прохождения веб-курсов, которые могут быть предназначены для куда более широкой аудитории. В клинических телеконсультациях далеко не всегда целесообразно применять дорогостоящую и технически сложную видеоконференц-связь; сбор же телеконсилиума в режиме «многоточечной видеоконференции» (для получения мнений нескольких независимых экспертов) еще более дорог и сложен. Оптимально использовать данную модель для создания стандартизированных видеостудий, размещаемых в вузах, университетских клиниках и крупных областных лечебно-профилактических учреждениях.

Африканская модель телемедицины [144,179,362]

Данную модель мы интегрировали из концепции RAFT-проекта (Réseau en Afrique Francophone pour la Télémédecine – телемедицинская сеть во франкоговорящих африканских стра-

нах), проекта iPath и результатов работы телемедицинской сети ЮАР. Фактическое назначение модели это накопление цифровой медицинской информации для телеконсультаций, непрерывное обучение через Интернет, веб-трансляции научных конференций и использование электронных библиотек в странах/регионах с выраженными географическими и кадровыми сложностями (недостаток врачей, плохая или отсутствующая транспортная инфраструктура и т.д.). Отдельно отметим цели проекта RAFT как наиболее развитого с организационно-методической точки зрения. Первой целью является привлечение талантливых медицинских профессионалов на работу в сельские районы. По мнению авторов проекта, таких специалистов можно мотивировать доступностью в отдаленных районах качественного Интернет (прежде всего для непрерывного медицинского образования). Вторая цель – создание цифровых и мультимедийных методических и учебных материалов, адаптированных к условиям сельской медицины. Третья цель – собственно проведение телемедицинских консультаций, обмен клиническими идеями и подходами. Инженерная основа – телемедицинские рабочие станции на основе персональных компьютеров с относительно низкими и средними характеристиками, в качестве каналов связи используется медленное Интернет-подключение, реже – спутниковый канал или ISDN. Отметим сочетание широкого использования сервисов Интернет (сайты, веб-платформы, электронная почта) и, в особых случаях, видеоконференций. В частности, видеоконференц-связь (ISDN) реализуется для телемедицинских консультаций чрезвычайно труднодоступных районов, где медицинскую помощь оказывают медицинские сестры. Для широкого привлечения иностранных экспертов к решению сложных клинических проблем применяются веб-платформы, а также особо отмечена высокая эффективность электронной почты. В рамках модели проводятся интерактивные курсы дистанционного обучения в форме презентаций и диалогов между экспертами из разных стран, реализуется непрерывное дистанционное обучение, телеконсультации, распространение методической информации и веб-трансляции научно-практических мероприятий. Показана клиническая, организационная и образовательная эффективность модели. Важ-

нейшим компонентом данной модели является возможность улучшения качества медицинского обслуживания и решение кадровых проблем в сельской медицине за счет:

- распространения актуальных электронных методических, учебных материалов, инструкций и т.д., адаптированных под реальные условия;

- мотивации молодых специалистов за счет постоянной телемедицинской поддержки;

- своевременных телеконсультации в сложных клинических случаях;

- экономически оправданных вложений в технику.

Североамериканская модель телемедицины

В Северной Америке реализуется разнообразная телемедицинская деятельность, включающая врачебные, медсестринские телеконсультации, дистанционную работу с пациентами (электронная выписка рецептов, телеконсультации), домашнюю телемедицину, теледиагностику, телехирургию и т.д. В целом эту деятельность характеризуют: четкий, экономически обоснованный выбор инженерной основы для решения конкретных клинических задач и проблем; широкий спектр технологий и специфического оборудования; максимальная ориентация на пациента, в частности – широкое предоставление амбулаторно-домашних телемедицинских услуг. Разнообразные решения и эффективность наиболее полно отражены в публикациях Американской Ассоциации Телемедицины. Отметим, что в США и Канаде накоплен обширный опыт использования домашней телемедицины с доказанной эффективностью.

С организационной точки зрения следует отметить модели ANGELS и «Телеприсутствия».

Модель ANGELS [218]

Модель ANGELS функционирует в региональном здравоохранении штата Арканзас (США). Цель – регионализация специализированной медицинской помощи в отдельных сферах (перинатология) путем предоставления доступа к экспертным заключениям, обучению и поддержке врачами-специалистами. В целом модель ANGELS состоит из пяти элементов: телемедицинская и клиническая сеть, обучающая и методическая информация для провайдеров медицинской помощи, служба менедж-

мента клиническими случаями, круглосуточный call-центр и доказательные руководства (инструкции, протоколы). Инженерная основа - широкоформатные видеоконференции и дорогостоящие телемедицинские рабочие станции с интегрированным диагностическим оборудованием (чаще – ультразвуковые сканеры). Модель позволяет врачам-специалистам (экспертам высокого уровня), находящимся в крупном региональном центре, предоставлять синхронную клиническую телеподдержку и телеконсультации врачам, оказывающим медицинскую помощь в всех населенных пунктах региона. Эффективность модели показана по результатам работы телемедицинской сети, охватывающей 12 больниц региона. Отмечены - улучшение качества медицинской помощи, оказываемой на местах (регионализация медицинской помощи), снижение расходов на систему здравоохранения в целом и транспортировки в частности, экономия времени. Примечательно, что с помощью телемедицинской сети модели ANGELS специалисты различных уровней совместно работают над разработкой доказательных протоколов и руководств, моделей лучшей практики по оказанию медицинской помощи в тех или иных ситуациях. Отдельно отметим наличие полноценных телемедицинских сервисов для медсестер. А именно - ежемесячно проводится телеобход в целях улучшения качества сестринской помощи за счет коммуникаций и сотрудничества между больницами и специализированными клиниками. Такая процедура состоит из презентации клинического случая, обсуждения его клинических и юридических аспектов и использования доказательных манипуляций, схем лечения, ухода и т.д. Телемедицинский обход дает возможность медицинским сестрам обсудить все практические вопросы ежедневной сестринской помощи особым пациентам. Также обсуждаются вопросы лечения и ухода за пациентами, переведенными из иных больниц. В целом модель поддерживает непрерывное медицинское образование.

Данная модель достаточно специфична из-за сложности и дороговизны инженерных решений. В целом клиническая и экономическая эффективность синхронных телеконсультаций в регионе вполне понятны и доказаны, однако, ту же самую деятельность можно реализовать и более финансово оправданными

путями. Следует уделить внимание предоставлению телемедицинских сервисов для медсестер и совместной дистанционной работе над доказательными руководствами.

Модель „Телеприсутствия” [212-215,258-259]

Модель „Телеприсутствия” (от англ. Telepresence) направлена на решение проблемы отсутствия квалифицированной и специализированной помощи в отдаленных и сельских районах, а также на обеспечение быстрого и эффективного взаимодействия врачей общей практики и врачей-специалистов. Центры специализированной медицинской помощи сконцентрированы в крупных городах, а большинство населения не имеет непосредственной, своевременной специализированной помощи. При этом отмечаются такие особенности неотложных состояний и травм: необходимость различных подходов к лечению; частые потери актуальной (реальново времени) информации; необходимость хорошо организованной инфраструктуры и протоколов; непредсказуемость времени, места, тяжести и количества пострадавших. Модель „Телеприсутствия” представляет собой единую систему, состоящую из:

- систем компьютерного ассистирования, в т.ч. управляющих и контролируемых;
- телемедицинской поддержки, в т.ч. по беспроводным сетям;
- компьютерных сетей с базами данных;
- медицинских интеллектуальных систем;
- реальново времени информации.

Инженерная основа представлена рабочей станцией отдаленного эксперта и мобильной (роботизированной) системой для коммуникации, управления и ассистирования в данной больнице. В качестве каналов коммуникаций используется Интернет и беспроводные протоколы связи.

Данная модель - это будущее телемедицины, которая наверняка позволит значительно улучшить качество и объем медицинской помощи в отдаленных районах. Однако, для ее реализации требуется чрезвычайно развитая инфраструктура, целый комплекс еще не существующих юридических и деонтологических документов, значительные предварительные материальные вложения.

Модель «low-cost telemedicine/low resource settings» («теле-медицина в условиях ограниченных ресурсов») [161,251]

Данная модель изначально разработана для построения телемедицинских систем в развивающихся странах и решения специфических проблем здравоохранения в условиях ограниченных финансовых, технологическо-материальных, кадровых и прочих ресурсов.

Инженерная основа – локализованные телемедицинские рабочие станции низкой стоимости (иногда менее 1000 долларов США), поддерживающие IP-протокол (Интернет и его основные сервисы – веб-платформы, электронная почта), видеоконференции; существует возможность ведения электронных медицинских записей. При необходимости в телемедицинскую систему может быть включено специальное диагностическое оборудование. Отличительной чертой современных систем «low-cost telemedicine» является использование мобильного Интернета и иных беспроводных коммуникаций. Преимуществом таких коммуникаций является их относительная дешевизна (по сравнению с спутниковыми каналами) и доступность в любых районах (особенно при отсутствии или плохом развитии кабельной инфраструктуры связи). Крайне редко в аналогичных целях используется радиосвязь. Эффективность «low-cost telemedicine» доказана в целом ряде публикаций.

Модель «low-cost» чрезвычайно прогрессивна т.к. позволяет практиковать телемедицину в любых регионах, районах и странах. Любой медицинский работник получает доступ ко всем основным современным возможностям - телеконсультации, телеконсилиумы с участием иностранных экспертов, дистанционное и непрерывное обучение, внедрение доказательной медицины. При этом не требуется значительных финансовых вложений и развитой инфраструктуры. В некоторой мере модель «low-cost telemedicine» произошла от западноевропейской, однако развивается она более динамично.

Модель „два острова” [152,240]

Модель реализуется для оказания медицинской помощи (в т.ч. квалифицированной и специализированной) посредством телемедицинской связи между несколькими труднодоступными точками (островами, изолированными населенными пунктами).

Инженерная основа - широкоформатные видеоконференции, цифровое диагностическое оборудование, а также хирургические и диагностические роботы. Для коммуникации используется широкополосный Интернет (иногда спутниковый) и/или ISDN, иногда – низкоскоростное коммутируемое (модемное) соединение для передачи электрограмм, электронной почты. Отметим, что реализация данной модели требует значительных первоначальных экономических затрат. При этом нерациональное управление (например, узкопрофильность проводимых телемедицинских сеансов) ведет к экономической неэффективности. С другой стороны адекватная организация лечебно-диагностического процесса с использованием даже дорогостоящего телемедицинского оборудования дает положительный экономический и клинический эффект.

Организационно-теоретические модели

Данные модели представляют собой методические и теоретические подходы к построению территориальных телемедицинских сетей.

Телемедицина в рамках концепции Citizen-Centred Health Care [373]

Согласно концепции Citizen-Centred Health Care («Сконцентрированная на гражданине медицинская помощь») каждый человек посредством систем электронного здравоохранения должен получать весь объем медицинской помощи (профилактической, экстренной, плановой и т.д.) в том месте, где он находится в данное время (на работе, в быту, на транспорте и т.д.). Высокая эффективность использования телемедицины в рамках данной концепции заключается в снижении количества осложнений и неблагоприятных исходов, социально-экономической выгоде, улучшении качества жизни и т.д. Инженерной основой данной модели прежде всего являются системы домашней телемедицины, электронные носители индивидуальных медицинских записей, средства вне-больничного телемониторинга, телеконтроля и телеуправления пациентом.

Модель Gortzis [186]

Дизайн и ре-дизайн телемедицинских сервисов остается актуальным вопросом, часто зависящим от социально-технологических моментов. Проведен теоретический анализ

сущности дистанционной помощи для разработки модели, открывающей потенциальные сферы для анализа и, далее, для поддержки дизайна и ре-дизайна телемедицинских сервисов путем формулировки стратегии и руководств. Модель включает в себя: технологию, участников, задачи, структуру, социальные силы, измерения процедур. Введено понятие среды телепомощи как многомерной операционной организации. Параметры этой организации бесчисленны. Оптимальная их комбинация должна быть избрана согласно целям того или иного телемедицинского сервиса (проекта).

Модель Peifer et al [238]

Данная модель предложена для создания «пациент-центрированных» (patient-centric) телемедицинских систем. Т.е. пациент получает дополнительную ответственность и контроль над собственными электронными медицинскими записями, которые создаются, накапливаются и транслируются в телемедицинских системах. Положительные эффекты – оптимизация юридических вопросов, снижение затрат, улучшение клинических исходов. Этические преимущества – улучшение информированности пациента о собираемой персональной информации, о лицах, имеющих к ней доступ. Модель рекомендована для домашней телемедицины.

Из организационно-теоретических моделей особое внимание следует уделить использованию телемедицины в частности и электронного здравоохранения в целом в рамках концепции Citizen-Centred Health Care, т.к. данная концепция является основной для развития здравоохранения в мировом масштабе. Также, интенсивное развитие семейной медицины-общей практики требует адекватного развития домашней телемедицины и телемедицинской поддержки семейных амбулаторий врачами-специалистами из специализированных лечебно-профилактических учреждений.

Глава 3. Телемедицинская деонтология

(соавтор Е.Т.Дорохова)

*Врач-философ равен богу.
Да и немного, в самом деле, различия
между мудростью и медициной, и все,
что ищется для мудрости, все это есть и
в медицине: справедливость, скром-
ность, уважение, суждение, решитель-
ность, изобилие мыслей, знание всего
того, что необходимо для жизни...*

Гиппократ

3.1. Терминология и обоснование

Телемедицинская деонтология - это профессиональная этика и комплекс моральных требований для лиц, практикующих телемедицину, принципы поведения медицинского, технического и вспомогательного персонала.

В основе данного термина лежат понятия деонтологии (общей и медицинской), медицинской этики, биоэтики [25,59].

Деонтология (от греч. «deontos» - должное и «logos» - учение) - раздел этики, в котором рассматриваются проблемы долга и моральных требований. Данный термин введен английским философом Иеремией Бентамом, который употреблял его для обозначения учения о нравственности в целом, науки о поведении человека любой профессией.

Этика медицинская (по Г.А.Царегородцеву) - одна из разновидностей профессиональной этики. Это совокупность принципов и норм поведения медиков, обусловленных спецификой их деятельности, а так же ролью и положением, которые врачи занимают в обществе.

Медицинская деонтология (по Н.Н. Петрову и Г.А.Царегородцеву) – учение о должном поведении медицинского персонала, направленное на максимальное повышение общественной полезности и максимальное устранение вредных последствий неполноценной медицинской работы.

Биоэтика (Страсбургский симпозиум по биоэтике, 1990 г.) - это область знаний, изучающая моральные, юридические, социальные проблемы, возникающие по мере развития медицины и биологии. Термин введен Ваном Ренселлером Поттером еще в

начале 1970-х гг. как соединение биологических знаний и критериев человеческих ценностей. Широкие возможности оптимизации медицинской помощи, предоставляемые телемедициной, осложняются такими обстоятельствами, как привлечение для обслуживания телемедицинских систем технического персонала, который в процессе выполнения профессиональных обязанностей получает доступ к разнообразной медицинской информации, к сведениям о пациенте. Такая информация становится доступной и для пользователей телекоммуникационных сетей. Кроме того, врачи должны адаптироваться к новым условиям и к новым - телемедицинским - возможностям оказания медицинской помощи, общения с коллегами и обучения.

При телемедицинской форме помощи судьба больного нередко зависит от рабочих отношений, складывающихся между абонентом и консультантом, от соблюдения ими правовых и этических норм. Своевременное обоснование принципов этики и деонтологии будет способствовать формированию адекватного отношения врачей и пациентов к телемедицине как к эффективному методу оказания медицинской помощи, доверия к телемедицинским консультациям, а также поможет избежать юридических и этических ошибок.

Необходимо отметить, что внедрение телемедицинских систем одновременно решает несколько проблем, установленных в документах ВОЗ.

Во-первых, межколлегиальное общение становится действительно свободным, стираются те самые «философские, религиозные, расовые, политические, географические, физические и никакие иные барьеры, способные препятствовать профессиональной врачебной активности, направленной на приобретение новой информации, знаний и навыков» (Заявление о свободе контактов между врачами, 36-ая Всемирная медицинская ассамблея, 1984).

Во-вторых, с помощью телемедицинских и иных информационных технологий существенно расширяется доступность медицинской помощи, максимальная при соблюдении следующих условий:

- необходимая помощь доступна каждому пациенту (т.е. нет физических и временных ограничений);

- существует свобода выбора врача, системы предоставления медицинской помощи и системы ее оплаты;
- население образовано и достаточно информировано в медицинском плане;
- все стороны адекватно участвуют в организации и управлении системой здравоохранения («Заявление о доступности медицинской помощи», 40-ая Всемирная медицинская ассамблея, 1988).

В-третьих, поддерживаются и «осуществляются» права пациента на свободный выбор врача (в том числе, врача, независимого от посторонних влияний в своих профессиональных медицинских и этических решениях), свободное полное получение адекватной информации, конфиденциальность личных данных («Лиссабонская декларация о правах пациента», 34-ая Всемирная медицинская ассамблея, 1981).

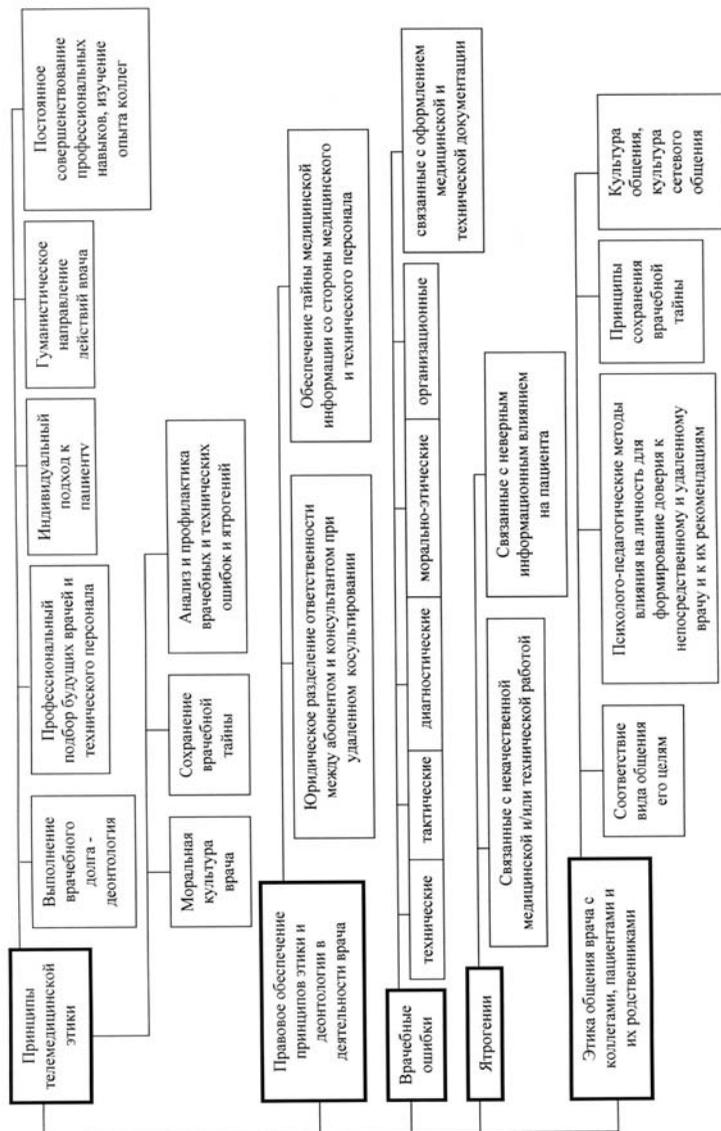
Аспекты медицинской этики и деонтологии в телемедицине обоснованы и обобщены профессором Е.Т.Дороховой в виде схемы (рис.3.1), согласно которой основная сфера приложения телемедицинской деонтологии – это взаимоотношения внутри системы «врач-пациент-техник-информационная система-врач».

3.2. Основные проблемные области телемедицинской деонтологии

Исходя из схемы (рис.3.1) можно выделить основные проблемные области телемедицинской деонтологии:

1. Согласованность с национальной юридической системой;
2. Сохранение медицинской тайны;
3. Отношения „врач-пациент-информационная система”;
4. Отношения „абонент-координатор-консультант”, „врач-технический персонал”;
5. Физическая и информационная безопасность телемедицинских систем;
6. Стандартизация и документирование телемедицинских процедур;
7. Информированное согласие.

Рисунок 3.1.1. Схема - телемедицинская этика и деонтология (по Е.Дороховой, 2005)



Согласованность с национальной юридической системой. В ряде стран мира разработано и совершенствуется законодательство, регламентирующее телемедицинскую деятельность (Россия, США, Германия). Юридические аспекты использования телемедицины в Украине также регламентируются рядом законов и нормативных документов (см.раздел 2.2). Необходимо помнить, что телемедицинская процедура – это одна из составляющих лечебно-диагностического процесса (наряду с рутинными обследованиями, аналитической работой врача и т.д.).

Сохранение медицинской тайны. На протяжении столетий отношение врачей к медицинской тайне менялось. В основе этики античной медицины лежит идея уважения к пациенту, безвредности всякого лечения. Известнейшей заповедью этики Гипократа является его запрет разглашать врачебную тайну. В средние века врачи использовали тысячи безымянных пациентов для накопления клинического опыта. Зато имена излеченных пациентов-аристократов открыто назывались, использовались для саморекламы. Например, английский хирург Джон Ардерннский - заложивший еще в XIV веке основы проктологии - в предисловии своей книги "Fistula in Ano" перечисляет имена своих наиболее знатных пациентов, как доказательство того, что его хирургическое мастерство заслуживает доверия (рис.3.2). В настоящее время в здравоохранении сложилась концепция "абсолютной анонимности". Имя, личные сведения, медицинская информация полностью замкнуты в системе "врач-пациент". И появление третьего компонента системы - "компьютера" или "телемедицинской системы" ни коим образом не должно нарушать "абсолютную анонимность".

При проведении любой телемедицинской процедуры необходимо, чтобы вся информация о пациенте пересылалась только в анонимном виде: со всех изображений (рентгенограмм, томограмм, МРТ-грамм и т.д.) из эпикризов, факсимильных записей, заключений специалистов «стирается» вся персональная информация (фамилия, номер истории болезни и т.д.).

John Arderne's Treatises on Surgery.

[Sicene 6, leaf 141, back.]

Of the plog of fistula in ano, and of þe manere of þe leche, and of instrumentis necessary for þe fistule.

4 [I, I] John Arderne fro the first pestilence that was
in the yere of oure lord 1349 duellid in Newerk in
Nolyngham-shire vnto the yere of oure lord 1370, and
8 ther I helid many men of fistula in ano. Of whiche the
8 first was Sire Adam Esmyngham of linton-in-the-day
byside Tukkesford; whiche Sire Adam, forsoth, was in
Gascone with sir Henry, that tyme named Ele of
derby and aftir was made duke of lancastre, a noble and
12 worthi lord. The forsaid sir Adam, forsoth, suffrand
fistulam in ano, made for to aske counsel at all the leches
and cirurgienz that he myzt fynde in Gascone, at Bar-
deux, at Briggenes, Tolow, and Neyrbon, and Puyters,
16 and many other places. And all forsoke hym for vncou-
rable; whiche y-as and y-herde, þe forsaid Adam hastid
for to torne hom to his contra. And when he come
homa, he did of al his knyghtly clothinges and cladde
20 morning clothes, in purpose of abydyng dyscoluyng, or
lesyng, of his body beyng nij to hym. At last I, forsaid
John Arderne, y-sout and couenant y-made, come to hym
and did my cure to hym and, oure lord beyng mene, I
24 helid hym perfidly within half a yere; and aftirward,
hole and sounde, he ledde a glad lif by 30 yere and more,
for whiche cure I gatte myche honour and longyng jury
at ynglond. And the forsaid duke of lancastre and many
28 othir gentiles wondred ther-of. Aftirward I cured hugon
deulyng of fflowick of Balne by Snyape. Aftirward I
ARDERNE. B

Sir Adam de
Esmyng-
ham
Arderne's
first patient.

He had lost
all hope of
recovery.

and lived in
health and
strength
from about
1360 until
1397 after an
operation.

Рисунок 3.2. Фрагмент титульного листа книги Джона Ардернского, содержащий полную информацию о пациентах

Также желательна редактурирование графических изображений лица пациента. Третьи лица не имеют права доступа к электронным данным о пациенте/телеконсультации. Подобная информация может быть предоставлена только по письменному запросу от государственных структур (согласно законам Украины «Про прокуратуру», «Про милицию», «Про Службу безопасности Украины» и т.д.).

Физическая и информационная безопасность телемедицинских систем. Необходима тщательная калибровка, настройка специального оборудования, соблюдение правил электробезопасности (как для персонала, так и для пациентов). Информационная безопасность достигается путем соблюдения анонимности при телемедицинских процедурах, использования авторизованного доступа (паролирования) к информационным системам, недоступности баз данных и отдельных файлов из локальных и территориально-распределенных сетей. Очень важным аспектом является использование методов кодирования медицинской информации и внедрение цифровой подписи.

Стандартизация и документирование телемедицинских процедур. Все телемедицинские процедуры должны проводить-

ся по строгим протоколам и алгоритмам, а также в соответствии с национальными стандартами оказания медико-санитарной помощи. Необходимо обязательное тщательное документирование результатов всех телемедицинских процедур с созданием «твердых» и резервных копий.

Информированное согласие. Основные подходы к решению этой проблемы изложены в Основах законодательства Украины о здравоохранении (19.11.1992 г.). Так, в разделе V «Лечебно-профилактическая помощь» в статье 39 «Обязанности предоставления медицинской информации» указаны действия врача, направленные на реализацию прав пациента на получение сведений о состоянии своего здоровья. Руководствуясь этой статьей Закона, врач обязан в доступной форме дать пациенту объяснения, касающиеся состояния его здоровья, цели рекомендованных обследований и лечебных мероприятий, прогноза возможного развития заболевания, в том числе наличия риска для жизни и здоровья. Пациент имеет право знакомиться с историей своей болезни и другими документами, необходимыми для дальнейшего лечения. В особенных случаях, когда полная информация может повредить здоровью пациента, врач имеет право ее ограничивать, информировать членов семьи или законного представителя пациента, учитывая интересы больного. Так же врач поступает, если пациент без сознания. Руководствуясь таким подходом, врач обязан дать четкие и вразумительные пояснения пациенту, касающиеся необходимости или желательности телемедицинской процедуры, а также ее возможностей и ограничений. Желательным является письменное согласие пациента на участие в телемедицинской процедуре.

„Врач-пациент-информационная система”, „абонент-координатор-консультант”, „врач-технический персонал”. Соблюдение общечеловеческих и профессиональных норм, описанных в соответствующих профессиональных этических кодексах. На врача, как на ключевом организаторе телемедицинской деятельности, лежат обязанности профилактировать и устранять вредные последствия некачественной медицинской и технической работы, ведущие к ятрогениям, анализировать и предупреждать врачебные ошибки. Важно отметить, что технический персонал, обрабатывающий и пересылающий информа-

цию в телемедицинских системах, должен давать подписку о выполнении норм, требований и правил организационного и технического характера, касающихся защиты обрабатываемой информации, а также о неразглашении ее. Необходим тщательный инструктаж вспомогательного персонала. Представляется весьма интересным научным направлением изучение психофизиологической совместимости и иных аспектов в системе „врач-пациент-информационная система”. Выражения вроде "лечение по Интернету", "врач в компьютере" и т.п. являются весьма сомнительными, неэтичными и недостойными лексикона современного врача и медицинского работника. Врач должен не только сам осознать, что использование телемедицины отнюдь не вытесняет его из лечебно-диагностического процесса, но является мощнейшим методом помощи в принятии клинических решений, средством обучения, профилактики, длительного мониторинга.

3.3. Требования и навыки телемедицинской деонтологии для практического использования

Деонтологические требования к проведению телемедицинских процедур:

- сохранение врачебной тайны;
- соблюдение моральных и этических норм („врач-врач”, „врач-пациент”, „врач-вспомогательный персонал”);
- информирование пациента о необходимости, результатах и возможных последствиях телемедицинской процедуры;
- соблюдение требований безопасности компьютерных сетей и автоматизированных систем;
- соблюдение юридических норм;
- информированное согласие пациента на проведение телемедицинской процедуры;
- тщательное ведение документации.

Деонтологические **навыки** при проведении телемедицинских процедур:

- придерживаться принципов медицинской этики и деонтологии в своей деятельности, в частности, в процессе психологического воздействия на личность пациента с целью формирования доверия к рекомендациям врачей – очного и удаленного;

- руководствоваться положениями законодательных и регламентирующих документов, касающихся формирования моральной культуры медицинских работников;
- профилактировать и устранять вредные последствия некачественной медицинской работы, ведущие к ятрогениям;
- анализировать и предупреждать врачебные ошибки;
- обеспечивать сохранение врачебной тайны;
- соблюдать этику общения с пациентами и их родственниками, а также с коллегами;
- направлять деонтологические принципы поведения медицинского персонала на достижение максимальной эффективности лечения.

Отдельно необходимо упомянуть такую сложную и многогранную проблему как телеконсультирование по самообращению (в иностранной литературе – “second opinion”, «Интернет-медицина», «кибермедицина»). При телеконсультировании по самообращению пациент использует Интернет для поиска врача, а затем по электронной почте или с помощью особой веб-формы задает ему вопросы, касающиеся диагностики, лечения, госпитализации и т.д. Преимущества консультирования по электронной почте [25]:

- консультация доступна в любое время суток;
- у пациента имеется быстрый и простой доступ к медицинской консультации;
- сохраняется весь архив общения врача и пациента;
- врач может в любой момент пригласить пациента на очный осмотр.

Недостатки консультирования по электронной почте [25]:

- врач может не получить достаточно деталей о состоянии пациента;
- нет механизмов правовой защиты пациента;
- пациент может быть консультирован врачом с недостаточной квалификацией или врачом, отстраненным от лечебной деятельности;
- возможен несанкционированный доступ к электронной почте со стороны третьих лиц.

Электронная почта это достаточная технология для предоставления общей медицинской информации, рекомендаций о

здоровье, профилактике, подходах к диагностике или лечению. Однако, точная диагностика и назначение лечения требуют применения более сложных телемедицинских технологий. Необходимо разъяснять пациентам не этичность диагностики и лечения только с использованием электронной почты. Важным юридическим вопросом является обязательная государственная сертификация консультантов в системах, предусматривающих самообращение.

Деонтологические **требования** к ответу врача при самообращении пациента через Интернет:

- ответ должен начинаться с фразы «На основании тех данных, что вы мне сообщили я могу рекомендовать...»;

- не следует формулировать точный диагноз, а при формулировке синдромов или возможного диагноза следует обязательно использовать формулировку «предположительный диагноз/синдром», а в конце указать знак «(?)»;

- ответ не должен содержать коммерческих названий и доз препаратов;

- в конце ответа необходимо поместить рекомендацию очно посетить врача.

Деонтологические рекомендации при использовании телемедицинских технологий:

1) Соблюдение принципа информированного согласия:

- перед проведением телемедицинской процедуры врач должен дать пациенту четкие и вразумительные пояснения, касающиеся необходимости или желательности телемедицинской процедуры, а также ее возможностей и ограничений;

- врач обязан получать письменное соглашение пациента на отправку по телекоммуникациям информации о состоянии его здоровья.

2) Соблюдение конфиденциальности и анонимности:

- технический персонал, обрабатывающий и пересылающий информацию в телемедицинских системах, должен давать подписку о выполнении норм, требований и правил организационного и технического характера, касающихся защиты обрабатываемой информации, а также о неразглашении ее;

– при пересылке (размещении в компьютерной сети) медицинской информации необходимо заботиться о соблюдении врачебной тайны; вся информация о пациенте пересылается только в анонимном виде; со всех изображений (рентгенограмм, томограмм, МРТ-грамм и т.д.) «стирается» с помощью графического редактора персональная информация (фамилия, номер истории болезни и т.д.), альтернативно - используются криптографические методы защиты и/или закрытые сети для передачи данных;

– в тех случаях, когда нет возможности обеспечить полную анонимность (например, при телеконсультировании в челюстно-лицевой хирургии необходимо отправить полноценную фотографию лица пациента) должно быть взято письменное согласие пациента с отметкой о неполной анонимности телемедицинской процедуры;

– все персональные компьютеры телемедицинской рабочей станции должны иметь только авторизированный доступ (паролирование); папки и локальные диски, содержащие материалы телемедицинской процедуры, должны быть закрыты для общего свободного доступа по локальной сети;

– материалы телемедицинских процедур, используемые в научных исследованиях, публикациях, в учебном процессе, должны быть строго анонимны.

3) Соблюдение юридических норм:

– ответственность за изменения в состоянии здоровья пациента, наступившие из-за использования/не использования рекомендаций консультанта должен нести лечащий врач;

– необходимо тщательное протоколирование всех телемедицинских процедур, создание резервных и «твердых» копий;

– желательно использование цифровой подписи для идентификации участника телеконсультирования;

– невозможность доступа к электронным данным о пациенте/телеконсультации со стороны третьих лиц, подобная информация может быть предоставлена только по письменному запросу от государственных структур.

4) Соблюдение общеэтических норм:

– при неформальном телеконсультировании (листы рассылки, форумы, группы социальных сетей) недопустимо использо-

вание некорректных и нецензурных высказываний, нецелесообразно отвечать на грубые письма или сообщения-троллинги;

– при неформальном телеконсультировании координатор может проводить литературное редактирование заключения консультанта перед направлением его абоненту.

5) Консультирование при самообращении („second-opinion”, „второе мнение”):

– необходимо четко разъяснить невозможность объективной оценки состояния здоровья пациента при такой форме телеконсультирования;

– в заключении излагается только общая информация и основные подходы к диагностике и лечению в данной ситуации;

– при сомнениях в полноте своих знаний, необходимо перенаправить запрос иному специалисту, уведомив об этом пациента;

– необходимо обязательно рекомендовать пациенту обратиться к очному врачу.

6) Технологическое обеспечение этичности телемедицинской деятельности:

– использование электронной цифровой подписи;

– шифрование медицинской информации;

– применение программных и аппаратных средств защиты информации.

Соблюдение этических норм - один из необходимых аспектов деятельности врачей и технического персонала. Этико-деонтологические аспекты телемедицины можно рассматривать как специфические проявления общей этики в определенных условиях врачебной деятельности. Роль и авторитет врача непосредственно связаны с умением разрешать этические и деонтологические проблемы, которые неизменно возникают в процессе выполнения профессиональных обязанностей. Имеются в виду взаимоотношения врача с пациентами и их близкими, с коллегами, с младшим медицинским и техническим персоналом, психотерапевтическое влияние личности врача на больного, а также соблюдение врачебной тайны, поведение врача по отношению к больному и многое другое. Обеспечение этико-деонтологических аспектов телемедицины должно основываться

ся прежде всего на морально-этической ответственности медработников, практикующих телемедицину, перед пациентом и его родственниками, а также друг перед другом.

3.4. Психогигиена телемедицинской деятельности

ИТ-психогигиена – область знаний на стыке медицины, психологии и информатики, задачей которой является профилактика нервно-психических и психосоматических заболеваний, оздоровление среды и условий жизни человека в информационном обществе.

Данный термин является производным от понятия «психогигиена» [58].

Психогигиена (греч. *psyche* - душа, *hygieinos* - целебный) - область медицинской психологии, задачей которой является предоставление специализированной помощи практически здоровым людям с целью предотвращения нервно-психических и психосоматических заболеваний, а также облегчения острых психотравматических реакций [50]. Также психогигиену именуют наукой, лежащей на стыке медицинской психологии и медицины, и нацеленной на оздоровление среды и условий жизни человека.

Интенсивное развитие компьютерных и телекоммуникационных технологий во все сферах деятельности человека создало совершенно новые условия жизни и окружающей среды. Именно поэтому современное общество именуется информационным. Вместе с огромным количеством положительного, к сожалению информационные технологии (ИТ) добавили человеку определенное количество проблем. Например, чрезмерное насыщение биосферы электро-магнитными полями, Интернет-аддикции, патологические игры и т.д. Исходя из вышеизложенного становится ясно, что для рационального и безопасного использования компьютерных и телекоммуникационных технологий (планирование режимов труда, рациональное переобучение персонала, организация управления в условиях информатизации и т.д.) необходимо использовать научно-практический потенциал психогигиены.

Отдельной, весьма интересной сферой, является психогигиена в электронном здравоохранении и, в частности, в телемедицине; в связи с чем нами был введен термин «ИТ-психогигиена».

Характерной особенностью телемедицинской ИТ-психогигиены является то, что она реализуется в двух направлениях:

- психопрофилактика, оздоровление среды и условий работы медицинских работников при профессиональном использовании систем электронного здравоохранения;

- психопрофилактика, оздоровление среды и условий работы населения и его отдельных групп в условиях информационного общества.

То есть в первом случае психогигиена направлена на оздоровление и недопущение различных расстройств у медицинских работников, практикующих телемедицину в своей повседневной клинической деятельности. Во втором – телемедицина является методом реализации психогигиенической помощи широким слоям населения.

В процессе использования телемедицины взаимодействуют три личности: Руководитель, Врач и Пациент.

Основные задачи ИТ-психогигиены:

1. В системе «Руководитель-Врач»:

- объективный психологический анализ предубеждений, отрицательных стереотипов и ошибочных концепций при использовании электронного здравоохранения;

- формирование типов поведения в условиях телемедицинского межколлегиального взаимодействия;

- выбор и рекомендации полезных навыков при длительной работе с ИТ;

- воспитание правильного интеллектуального и эмоционального отношения к телемедицинским и иным системам электронного здравоохранения;

- предупреждение перегрузок нервной и иных систем организма при использовании ИТ.

2. В системе «Врач-Пациент»:

- телемедицинский скрининг (теледиспансеризация) с целью выявления так называемых групп риска и профилактической работы с ними;

- консультативные и кризисные телецентры, Интернет-ресурсы;

- информирование населения;

- медико-педагогическая психотерапия (врачебная педагогика);

- выбор и рекомендации полезных навыков при длительной работе с ИТ;

- психологическая коррекция дистанционных межличностных отношений как в быту («Интернет как средство общения») так и на работе (например, в условиях электронного документооборота);

- воспитание правильного интеллектуального и эмоционального отношения к ИТ;

- предупреждение перегрузок нервной и иных систем организма при использовании ИТ.

Задачи ИТ-психогигиены сводятся к двум базовым:

- безопасное и рациональное использование информационных технологий;

- обеспечение здоровья в условиях жизни в информационном обществе.

Практическое решение первой базовой задачи осуществляется прежде всего путем создания научно обоснованных нормативов, рекомендаций и стандартов, регламентирующих условия нормального функционирования человека на производстве и в быту в условиях информационного общества. Сюда также относятся гигиенические требования и регламенты организации труда для операторов, координаторов и прочего персонала телемедицинских систем.

С точки зрения психологии очень актуальным аспектом является коррекция расстройств, связанных с негативным отношением к ИТ:

- страх перед ИТ как перед явлением;

- неуверенность и страх из-за необходимости часто и быстро «переучиваться» (в связи с частым появлением новых и модернизацией старых ИТ);
- неуверенность в собственных профессиональных способностях из-за необходимости впервые использовать ИТ;
- трудности психо-эмоциональной адаптации в информационном обществе.

Поэтому не только стандартизация в сфере организации труда пользователей ИТ, но и весь арсенал современной психопрофилактики и психореабилитации должен быть использован для решения указанных проблем. Отдельным аспектом является психо-эмоциональное отношение к ИТ (в частности – к телемедицине и электронному здравоохранению) в медицинских учреждениях. Определенный личностный консерватизм и недостаточное материально-техническое оснащение больниц очень часто приводят к негативному восприятию информационных технологий медицинским персоналом («не понимаю и не хочу»). Поэтому необходима разработка специальных психологических подходов для предупреждения и устранения отрицательных психо-эмоциональных реакций при внедрении и использовании ИТ в медицинских коллективах.

Информационное общество предоставляет новые уникальные и очень эффективные возможности для обеспечения здоровья населения. Прежде всего стоит отметить две телемедицинские технологии:

1. Телемедицинский скрининг (теледиспансеризация) с целью выявления групп риска и профилактической работы с ними, а также выявления лиц с ранними стадиями жизнеугрожающих заболеваний. Эффект – раннее выявление, профилактика и лечение опасных заболеваний, экономия средств.

2. Домашняя телемедицина служит для постоянной медицинской и психологической поддержки амбулаторных пациентов с хроническими заболеваниями, инвалидов и членов их семей. Эффект – улучшение качества жизни и психо-эмоционального статуса пациентов, профилактика осложнений и повторных госпитализаций, ассистирование родственников, экономия средств.

Чрезвычайно перспективны возможности Интернет для реализации задач ИТ-психогигиены в разных сферах и областях применения. В первую очередь сюда относятся: информационно-консультативные Интернет-порталы, информационные сайты и электронные средства массовой информации, обучающие сайты, отдельно упомянем форумы для телеконсультаций с психологами, неврологами и психиатрами.

Таким образом, ИТ-психогигиена направлена на профилактику и оздоровление в условиях информационного общества. Ее базовыми задачами являются безопасное и рациональное использование информационных технологий и обеспечение здоровья в условиях жизни в информационном обществе. Посредством систем электронного здравоохранения становится возможным более эффективно и масштабно реализовывать психогигиенические и психопрофилактические мероприятия и проекты.

Глава 4. Лечебно-диагностическое оборудование для телемедицины

Многие современные лечебно-диагностические приборы изначально являются электронно-цифровыми устройствами, что обеспечивает быструю и эффективную интеграцию с медицинской (госпитальной) информационной системой в целом и персональным компьютером в частности, а также облегчает их использование в телемедицинских целях.

Однако, существуют специальные модификации компьютеризированного лечебно-диагностического оборудования со встроенными модулями (опциями, функциями) для проведения телемедицинских процедур [26]. К таковым относятся: автоматическое преобразование данных в цифровой вид (файл, поток данных), трансляция данных, сохранение информации в цифровом виде, наличие обратной связи с экспертом и т.д.

Можно выделить следующие виды телемедицинских лечебно-диагностических приборов:

1. Средства визуализации пациента и места болезни.
2. Средства получения и обработки электрограмм.
3. Средства измерения показателей.
4. Средства для трансляции результатов обследований
5. Средства дистанционного контроля лечебных устройств.

4.1. Средства визуализации пациента и места болезни

Специализированная видеокамера – цифровая видео(фото)камера, предназначенная для реальновременной трансляции консультанту динамической видеoinформации (общего вида пациента, места болезни, полостей, процесса физического обследования, выполнения лечебной или диагностической манипуляции). Подобные устройства имеют функции 50-100 кратного увеличения изображения, автоматической коррекции цветовой гаммы, поляризации, захвата отдельного кадра и т.д. Специализированные видеокамеры можно разделить на три группы:

- 1) камеры для общего обследования пациента (рис.4.1.),

2) камеры для демонстрации отдельных анатомических областей (рис.4.2),

3) камеры для эндоскопов и микроскопов (рис.4.3).

Первая группа устройств применяется врачам общей практики, хирургами, ортопедами-травматологами, а также в условиях первого звена медико-санитарной помощи. Вторая и третья группы устройств используется в условиях специализированных отделений и кабинетов. Для получения цифрового изображения при выполнении эндоскопических и микроскопических исследований могут использоваться специальные (входят в комплектацию данного медицинского прибора) или стандартные фото-, видеокамеры. Для соединения объектива стандартной камеры и тубуса микроскопа, эндоскопа используется специальный адаптер (С-крепление, адаптер тубуса). О цифровых микроскопах будет сказано далее в главе «Телепатология».



Рисунок 4.1. Телемедицинские камеры для общего обследования²⁹

NB! Применение веб-камер или камер терминалов видеоконференц-связи в качестве альтернативы специализированным устройствам является методически неверным.

Подвидом камер для демонстрации отдельных анатомических областей можно считать специализированные визуализирующие приборы - компьютеризированные устройства для получения изображения при врачебном осмотре; обычно имеют функции фиксации статичного изображения или видеоролика, либо реальновременной трансляции изображения эксперту.

²⁹ Источник иллюстрации – AMD Global Telemedicine. - www.amdtelemedicine.com (на рисунке изображена камера AMD-2500™), GlobalMedica Innovative Telemedicine.- www.globalmedia.com (на рисунке изображена камера TotalExam™).

В телемедицинских целях наиболее часто используются цифровые отоларингоскопы (ENT-скопы), внутривидеокамеры и офтальмоскопы.



Рисунок 4.2. Специализированные видеокамеры для демонстрации отдельных анатомических областей: видеокольпоскоп (для акушерства и гинекологии), внутривидеокамера (для стоматологии и челюстно-лицевой хирургии)³⁰



Рисунок 4.3. Микроскоп со специальной цифровой камерой и микроскоп с C-креплением для цифровой фотокамеры³¹

Цифровой дерматоскоп – диагностическое устройство для выявления структурных изменений кожи (рис.4.4).

В телемедицине цифровые дерматоскопы разделяются на два вида: 1) оптический дерматоскоп с адаптером для цифровой фотокамеры, 2) компьютеризированная дерматоскопическая

³⁰ Источник иллюстраций – Sensitec.-www.sensitec.nl (на рисунке изображена камера Sensitec SLC-2000™), Lions dental Supply and Equipment.-www.lionsdentalsupply.com (на рисунке изображена камера Camrex 191A™)

³¹ Источник иллюстраций - Klughammer GmbH.-www.klughammer.de (на рисунке изображено использование C-крепления Klughammer C-Mount Eyepiece™)

система. Первый вид устройств предназначен для асинхронных телеконсультаций либо предварительной подготовки изображений места болезни к синхронным телемедицинским процедурам, второй – позволяет производить реальные обследования (рис.4.5).



Рисунок 4.4. Оптический дерматоскоп с адаптером для цифровой фотокамеры³². Компьютеризированная дерматоскопическая система³³



Рисунок 4.5. Синхронная телемедицинская консультация с применением компьютеризированной дерматоскопической системы, трансляция эксперта вида места болезни³⁴

В настоящее время в дерматологии на смену практике применения цифровых фотокамер для съемки места болезни приходит цифровая теледерматоскопия, которая и будет являться основным инструментом теледерматологии в ближайшем будущем.

³² Источник иллюстраций – QuantifiCare Corp.- www.quantificare.com (на рисунке изображена система LiteScope™).

³³ Источник иллюстраций – Macquarie Health Corp.-www.machealth.com.au (на рисунке изображена система DermDoc™).

³⁴ Источник иллюстрации – Technical Innovation Corp.-www.videoconferencing-tennessee.com/telemedicine.

4.2. Средства получения и обработки электрограмм

Цифровой электрограф – компьютеризированный прибор для фиксации, обработки, анализа и трансляции электрограммы (кардио-, энцефало-, мио- и т.д.). В клинической практике в телемедицинских целях наиболее часто применяются цифровые электрокардиографы – основной инструмент современной телекардиологии. Можно выделить следующие виды цифровых электрокардиографов:

- 1) клинические (12-канальные) (рис.4.6),
- 2) параклинические (1,3,6-канальные) (рис.4.7).

Первый вид цифровых электрокардиографов применяется на всех уровнях оказания медико-санитарной помощи, в специализированных и неспециализированных лечебно-профилактических учреждениях. Основная задача применения данного вида устройств – своевременная полная диагностика патологии сердечно-сосудистой системы, мониторинг изменений, сопровождение медикаментозных и хирургических вмешательств (рис.4.8.).



Рисунок 4.6. Клинические цифровые электрокардиографы³⁵

Второй вид оборудования используется для периодического регулярного контроля состояния здоровья пациента (но не установления клинического диагноза!) в системах домашней (индивидуальной) медицины, либо для быстрой принципиальной оценки состояния пациента в медицине катастроф. Причем, подобные приборы предназначены для использования непрофес-

³⁵ Источник иллюстраций – ООО «Компания Ютас».-www.utasco.com (на рисунке изображена система Unet™), ООО «Компания Тредекс».-www.tredex-company.com (на рисунке изображена система Телекард™)

сионалами, что сказывается на специфическом дизайне и функциях. В частности, регистрация ЭКГ кардиографами для домашней телемедицины может осуществляться с I-ых пальцев кистей (т.е. для начала исследования прибор достаточно взять в руки). В условиях катастрофы или военных действий используются кардиографы автоматически определяющие степень нарушения функции сердца и отображающие ее тяжесть с помощью цветовой визуальной сигнализации (т.е. исследователь – парамедик или не-медик – может получить принципиальное представление о тяжести состояния пострадавшего и принять соответствующие медико-тактические решения).



Рисунок 4.7. Параклинические цифровые электрокардиографы (одноканальные для домашней телемедицины и медицины катастроф)³⁶



Рисунок 4.8 Синхронная телемедицинская консультация с применением цифрового электрокардиографа

Второе место среди средств получения и обработки электрограмм занимают электроэнцефалографы, которые также применяются в клинической и параклинической модификациях. Примечательно, что носимые портативные электрокардиографы

³⁶ Источник иллюстраций - Honeywell Hommed Corp. -www.hommed.com (на рисунке изображена система ECG@Home™, Atlas Engineering.-www.atlas-arl.com (на рисунке изображена система AR-100™)

и электроэнцефалографы, применяющиеся в индивидуальной телемедицине для длительного мониторинга в условиях повседневной активности пациента, снабжаются датчиками глобального позиционирования и датчиками положения тела в пространстве. Данные устройства позволяют не только обнаружить нарушение витальных функций (ауру эпилептического приступа, нарушение ритма и т.д.), но и определить степень нарушения сознания и местонахождение пациента (для немедленного направления к нему бригады скорой медицинской помощи).

4.3. Средства измерения показателей

Цифровые измерительные устройства – электронные датчики для фиксации физиологических параметров и передачи соответствующих данных в цифровом виде. В телемедицинских целях наиболее часто применяются цифровые спирометры, глюкометры, термометры и весы (рис.4.9).



Рисунок 4.9. Цифровой спирометр с телемедицинскими функциями³⁷

Наиболее часто подобные устройства применяются в системах домашней (индивидуальной) телемедицины.

4.4. Средства для трансляции обследований

Цифровой стетоскоп - электронный стетофонендоскоп с функциями фильтрации, записи, передачи, обработки аускультативной картины в виде компьютерных файлов или потока данных (рис.4.10). Современные цифровые стетоскопы имеют дополнительные функции фиксации частоты сердечно-

³⁷ Источник иллюстраций – Dre Inc.-www.dremed.com (на рисунке изображена система Midmark IQmark™), OnCallMedicalSupplies Corp.-www.oncallmedicalsupplies.com (на рисунке изображена система Micro Medical ML3535 MK8™)

сосудистых сокращений, фоно- и электрокардиограммы с последующим их отображением на встроенном дисплее либо персональном компьютере. Цифровой стетоскоп позволяет передавать аускультативную картину эксперту в реальном режиме времени (рис.4.11) либо сохранять результаты обследований в виде компьютерных файлов для асинхронных телемедицинских консультаций, архивирования, мониторингования, скрининга и т.д.



Рисунок 4.10. Цифровой стетоскоп с телемедицинскими функциями (реально-временная трансляция аускультативной картины и/или фиксация ее в виде компьютерных файлов)³⁸



Рисунок 4.11. Синхронная телемедицинская консультация с применением цифрового стетоскопа, трансляция эксперту аускультативной картины³⁹

Приборы ультразвуковой диагностики – устройства для выполнения сонографических (ультразвуковых) обследований со встроенными телемедицинскими функциями. Наиболее часто

³⁸ Источник иллюстраций – Lithmann Corp.-www.lithmann.com (на рисунке изображена система Lithmann 4100WS™), AMD Global Telemedicine. - www.amdtelemedicine.com (на рисунке изображена система AMD SmartSteth™)

³⁹ Источник иллюстрации – Technical Innovation Corp.-www.videoconferencing-tennessee.com/telemedicine.

существуют в двух разновидностях: портативной (рис.4.11) или роботизированной (рис.4.12).

К первой разновидности таких приборов относятся портативные аппараты на основе переносных персональных компьютеров (ноутбуков, КПК), имеющие возможность трансляции изображения эксперту (в режиме реального времени, зафиксированного кадра или кинопетли). Ко второй разновидности – роботизированные аппараты, управляемые экспертом дистанционно.



Рисунок 4.11. Портативные приборы ультразвуковой диагностики с телемедицинскими функциями⁴⁰

Безусловно, любой современный УЗИ-аппарат может быть легко интегрирован в медицинскую (госпитальную) информационную систему, в том числе для телемедицинских целей.

⁴⁰ Источник иллюстраций – AMD Global Telemedicine.- www.amdtelemedicine.com (на рисунке изображена система AMD-5500 SmartProbe™), ООО Эксим.- www.exim.com.ua (на рисунке изображена система SonoFly3000™), USB ultrasound device coming to a Windows Mobile phone near you.-www.engadget.com, Gehealthcare Corp.-www.gehealthcare.com (на рисунке изображена система GE's Vscan™)

Отличительной чертой описываемых приборов ультразвуковой диагностики является их целевая ориентированность на использование во время телемедицинских процедур. Первая разновидность может применяться для телеконсультаций на вышестоящем уровне медико-санитарной помощи, для телескрининга и дистанционного обучения. Вторая используется при отсутствии непосредственного врача-специалиста или в электронных амбулаториях. В таких случаях в проведении ультразвукового обследования могут ассистировать медицинские сестры, фельдшеры, парамедики или гражданские лица (рис.4.13).



Рисунок 4.12. Роботизированный прибор для дистанционного проведения ультразвуковых исследований⁴¹



Рисунок 4.13. Синхронная телемедицинская консультация с применением роботизированного УЗИ-сканера, дистанционное управление диагностическим прибором

Цифровые микроскопы (системы телепатологии) – специализированные устройства для цитологических, микробиологических и т.д. исследований с функциями трансляции изображения эксперту либо с возможностью дистанционного управления (рис.4.14). Основной задачей применения систем телепатологии

⁴¹ Источник иллюстраций (рис.4.12-4.13) – Robosoft Corp.-www.robosoft.fr, на рисунке изображена система Estele™

является дистанционная демонстрация эксперту микропрепарата. Более простые системы используют динамическое либо статическое изображение поля зрения (при этом недостатком является пассивность эксперта, так как он не может активно управлять процессом проведения исследования). Более сложные и эффективные системы имеют функцию удаленного управления (роботизированные микроскопы), с помощью которой эксперт самостоятельно выполняет весь процесс исследования микропрепарата. Более подробно – см. главу «Телепатология».



Рисунок 4.14. Роботизированные микроскопы (телепатологические станции)⁴²

Отметим также, что роботизированные системы телепатологии используются в электронных амбулаториях и при отсутствии непосредственного специалиста в области цитологической, бактериологической и проч. диагностики.

4.5. Средства дистанционного контроля лечебных устройств

Современные мониторы, инфузоматы и аппараты искусственной вентиляции легких снабжаются портами компьютерных интерфейсов, что позволяет проводить дистанционный контроль и коррекцию выполнения лечебных программ (инфузионной терапии, режима ИВЛ, введения обезболивающих средств и т.д.) используя корпоративную (локальную или территориально-распределенную) компьютерную сеть. Безусловно, для дистанционного управления лечебной аппаратурой использование открытых каналов Интернет является нерациональным. В услови-

⁴² Источники иллюстраций - Nikon Corp.-www.nikon.com, на рисунке изображены системы Nikon Coolscope™, Nikon Aperio ScanScope™

ях отделения интенсивной терапии подобный комплект приборов обычно объединяют в единый информационный кластер (минисеть). Как правило, центром такой минисети становится монитор жизненно важных функций, который иерархически включается в общую сеть централизованного мониторинга отделения интенсивной терапии. Данные информационного кластера передаются на персональный компьютер (в т.ч. КПК) лечащего врача и эксперта, что позволяет постоянно контролировать процесс лечения, своевременно вносить необходимые коррективы и дополнения.

Второй большой разновидностью средств дистанционного контроля лечебных устройств являются роботизированные установки для эндоскопических операций (рис.4.15-4.16).



Рисунок 4.15. Телехирургическая установка для дистанционных эндоскопических операций⁴³



Рисунок 4.16. Проведение дистанционной эндоскопической операции с использованием телехирургической установки

Телехирургия применяется в мире с 2000 года, в настоящее время с помощью дистанционно управляемых роботизирован-

⁴³ Источник иллюстрации (рис.4.15-4.16) – Interface Surgical Technologies, LLC.-
www.intersurgtech.com.

ных устройств выполняются эндоскопические вмешательства в грудной, брюшной полостях и полости черепа. Достаточно часто роботизированные комплексы применяются в качестве ассистентов – это так называемая робот-ассистирующая хирургия. Данное направление не относится к телемедицине. Подробнее – см. главу «Телеассистирование».

4.6. Стандартные виды телемедицинских комплексов

Компьютерная и телекоммуникационная техника, телемедицинские и прочие лечебно-диагностические приборы могут быть объединены в разнообразные виды телемедицинских комплексов, предназначенных для решения различных клинических, организационных и профилактических задач.

Телемедицинская рабочая станция – комплекс аппаратуры и программного обеспечения, представляющий собой многопрофильное и многозадачное рабочее место специалиста с возможностями ввода, обработки, преобразования, вывода, классификации и архивирования общепринятых видов клинической медицинской информации и проведения телемедицинских процедур.

Телемедицинский кабинет – телемедицинская рабочая станция с расширенным комплектом цифровых диагностических устройств и набором технических средств для проведения широкоформатных видеоконференций.

Электронная амбулатория – телемедицинский кабинет, обязательно оснащенный видеостудией и максимально широким перечнем телемедицинского лечебно-диагностического оборудования. Обслуживается медицинскими сестрами, фельдшерами, парадмедиками; предназначен для оказания медицинской помощи в сельской местности, в малочисленных, изолированных, труднодоступных населенных пунктах, закрытых коллективах.

Телемедицинский пункт – упрощенный комплект оборудования для телескрининга (сбор, оцифровка и отправка первичной диагностической информации в курирующее лечебно-профилактическое учреждение для выявления групп риска и последующего активного лечения).

Мобильный телемедицинский комплекс – передвижная телемедицинская рабочая станция для проведения телемедицинских процедур вне медицинских учреждений.

Телехоспис – телемедицинское оборудование для клинической, информационной и психологической поддержки пациентов и сотрудников центров паллиативной помощи. Включает в себя комплексы домашней телемедицины для аналогичной поддержки амбулаторных пациентов.

Центр домашней (индивидуальной) телемедицины – совокупность средств для дистанционного медицинского обслуживания амбулаторных пациентов (телемониторинг, управление, информационная поддержка, телеконсультации и т.д.). Состоит из call-центра (центра мониторинга) и произвольного количества домашних мониторов.

Телемедицинская рабочая станция, кабинет, электронная амбулатория. Телемедицинская рабочая станция состоит из двух основных частей:

- 1). Общей (компьютерно-телекоммуникационной).
- 2). Специализированной.

К общей (компьютерно-телекоммуникационной) части относятся:

1. Персональный компьютер/ноутбук/КПК (обязательным является наличие аудио вход-выхода, интерфейсов USB, Bluetooth, IrD, динамиков, микрофона, сетевой платы или средств для беспроводного подключения);
2. Цифровая фотокамера (обязательным является наличие цифрового и оптического увеличения (zoom), возможность записи видеоклипов);
3. Веб-камера (минимальное разрешение 640x480 пикселей);
4. Планшетный сканер;
5. Принтер;
6. Модем/терминал связи для подключения к:
 - каналу Интернет (выделенному, коммутируемому, беспроводному, ADSL, xDSL, 3G и т.д.);
 - корпоративной, локальной, территориальной компьютерной сети;
 - каналу обмена IP-трафиком;
 - ISDN.

7. Программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);
- текстовый редактор;
- графический редактор (для работы с растровыми изображениями);
- программа для просмотра DICOM-файлов;
- видео-кодек;
- Интернет-браузер;
- Интернет-мессенджер;
- программа VOIP;
- программа для работы с электронной почтой;
- антивирусная и анти-спам защита.

К специализированной части относятся:

1. Телемедицинская лечебно-диагностическая аппаратура.
2. Видеостудия.
3. Программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):
 - специализированное программное обеспечение для телемедицинских процедур;
 - автоматизированные рабочие места;
 - PACS-системы;
 - госпитальные, радиологические, лабораторные информационные системы;
 - электронная история болезни;
 - системы на основе знаний.

Подбор телемедицинской лечебно-диагностической аппаратуры осуществляется в соответствии к задачам, которые решает данное лечебно-профилактическое учреждение или подразделение. Например, хирургические отделения – камеры для общего осмотра, кожно-венерологические – дермаскопы, терапевтические – цифровые электрокардиографы и т.д. Телемедицинский кабинет оснащается максимально широким перечнем подобного оборудования и видеостудией. Видеостудия представляет собой программно-аппаратный комплекс для проведения широкоформатных видеоконференция (с использованием H.32x семейства протоколов). Электронная амбулатория с технической точки

зрения является разновидностью телемедицинского кабинета, дополнительно оснащенной роботизированными дистанционно управляемыми лечебно-диагностическими устройствами. В ряде случаев оборудование электронной амбулатории может быть сформировано из устройств для домашней (индивидуальной) телемедицины. Такой подход применяется в тех случаях, когда в данном коллективе/месте проживания полностью отсутствуют медицинские работники.

Телемедицинский пункт. Комплектация телемедицинского пункта (ТМП) включает в себя две модификации.

Модификация 1:

- коммуникатор/карманный персональный компьютер с GSM-модулем/мобильный телефон (смартфон, камерафон и проч.) со встроенной цифровой камерой (не менее 1,3 мегапикселей), поддержкой мобильного Интернета (WAP,GPRS,EDGE, CDMA,3G), возможностью обмена мультимедийными сообщениями (MMS) и электронной почтой.

Модификация 2:

- ноутбук (USB);
- цифровая фотокамера (не менее 5 мегапикселей, цифровой и оптический zoom);
- модем/терминал связи.

Применение данного ТМП:

- оцифровка визуальной медицинской информации во время скрининговых, диспансерных и профилактических осмотров;
- отправка цифровой визуализации в курирующее лечебно-профилактическое учреждение;
- выявление группы риска.

В качестве коммуникаций для данного стандартного комплекса могут использоваться:

- линия сотовой телефонной связи;
- сервисы сотовой телефонной связи (MMS);
- широкополосный канал Интернет (прежде всего – мобильный; коммутируемый, выделенный и т.д.).

Мобильный телемедицинский комплекс. Возможен в трех основных модификациях.

Модификация 1:

- автомобиль/транспортное средство;

- портативный компьютер или несколько компьютеров, объединенных в сеть;
- стандартная периферийная техника;
- комплект цифровой диагностической аппаратуры;
- система видеоконференц-связи по протоколу H.32x (необходим широкополосный доступ в Интернет и/или ISDN);
- терминал связи.

Модификация 2:

- ноутбук/карманный персональный компьютер;
- специализированное цифровое диагностическое устройство (ультразвуковой сканер, цифровая фотокамера, электрокардиограф);
- терминал связи.

Модификация 3:

- коммуникатор/смартфон/карманный персональный компьютер (с GSM-модулем или мобильным телефоном).

Применение всех модификаций:

- оцифровка медицинской информации, ведение электронных медицинских записей, формирование телемедицинской истории болезни;
- проведение синхронного телемедицинского консультирования, в том числе ургентного;
- управление медицинской помощью в очагах;
- сбор и отправка данных в центры мониторинга;
- амбулаторное обследование пациентов, диспансеризация, профилактические осмотры.

Модификация 1 преимущественно используется в медицине катастроф, военной, транспортной, аэрокосмической медицине; для медицинского обслуживания (профилактического) отдаленных и труднодоступных районов.

Модификация 2 преимущественно используется в домашней телемедицине, амбулаторно-поликлиническом обслуживании.

Модификация 3 преимущественно используется в медицине неотложных состояний (для ургентного синхронного телеконсультирования, чаще всего по визуализации), а также в домашней телемедицине и поликлиническом обслуживании.

В качестве коммуникаций для данной ТМРС могут исполь-

зоваться:

- спутниковый канал связи;
- канал Интернет (мобильный).

Центр домашней (индивидуальной) телемедицины, телехоспис. Для реализации домашней телемедицины используются комплексы «домашний монитор-центр мониторинга (call-центр)» и «средства патронажа-центр мониторинга (call-центр)».

Первый комплекс включает в себя:

1). Домашний монитор:

- цифровые диагностические устройства для использования пациентами в амбулаторных условиях (тонометр, глюкометр, электрокардиограф, весы и т.д.);
- монитор (прибор для сбора и интеграции полученных данных, отправки их в call-центр, коммуникации с медицинским персоналом). Примечание – практика использования персональных компьютеров в качестве домашних мониторов является устаревшей. Допускается использование карманных персональных компьютеров, коммуникаторов и смартфонов.

2). Центр мониторинга (call-центр):

- персональный компьютер;
- специализированное программное обеспечение (база данных пациентов, результатов обследований, назначений; средства коммуникации);
- модем.

В качестве коммуникаций могут использоваться:

- стационарная и мобильная телефонная связь;
- произвольный канал Интернет.

Второй комплекс включает в себя:

1). Средства патронажа (используются патронажными медсестрами для отправки медицинской информации из дома пациента в call-центр):

- ноутбук/карманный персональный компьютер (GSM-модуль);
- цифровые фото/видеокамеры;
- цифровые диагностические устройства;

2). Центр мониторинга (call-центр):

- персональный компьютер;

- специализированное программное обеспечение (база данных пациентов, результатов обследований, назначений; средства коммуникации);
- модем.

В качестве коммуникаций могут использоваться:

- стационарная и мобильная телефонная связь;
- произвольный канал Интернет.

Видеостудия. Видеостудия на основе VOIP-протокола.
Комплекс включает в себя: точку лектора и точку слушателя.

Оборудование точки лектора:

- персональный компьютер (поддержка bluetooth, звуковая плата, аудиомикрофон, динамики);
- модем,
- мобильный телефон (поддержка bluetooth).

Оборудование точки слушателя:

- персональный компьютер (поддержка bluetooth, звуковая плата, аудиомикрофон, динамики);
- широкоформатные средства воспроизведения аудио- и видеoinформации.
- мобильный телефон (поддержка bluetooth).

Применение комплекса:

- дистанционное проведение лекций, презентаций, докладов на научно-практических конференциях;
- основной сценарий работы состоит из: предварительного согласования организационных вопросов; создания лектором мультимедийной презентации и отправки ее слушателю по электронной почте; установление связи между точками лектора и слушателя с помощью IP-телефонии (Skype); дистанционное чтение лекции/доклада и демонстрация презентации аудитории.

Для функционирования комплекса для дистанционного чтения лекций и докладов необходимо следующее программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);
- программа для IP-телефонии;
- программа для работы с электронной почтой;

- программа для создания и просмотра мультимедийных презентаций;
- антивирусная и анти-спам защита.

В качестве коммуникаций комплекс может использовать:

- каналы Интернет (выделенный, коммутируемый, мобильный, ADSL, xDSL и т.д.).

Видеостудия на основе H.32x-протокола. Данный комплекс включает в себя:

- систему видеоконференц-связи;
- мультиплексор;
- видеосвитчер;
- документ-камеру;
- дополнительную видеокамеру;
- видеомикшер;
- устройство VGA-PAL;
- персональный компьютер;
- принтер;
- сканер;
- микроскоп;
- цифровую фото-, видеокамеру;
- видеоманитофон (2 шт.);
- аудиомикшер;
- микрофон;
- радиомикрофон;
- мультимедийный проектор;
- проекционный экран;
- панель/телевизор (диагональ от 29") – 2 шт.;
- специальное помещение, зал (см.далее).

Опционально: видеосервер.

Зал:

- для дистанционного обучения и телеконсультаций – на 20-25 человек, отображение на панели (диагональ от 29"),
- для дистанционной научно-методической деятельности – на 50-100 человек, отображение с помощью мультимедийного проектора на широкоформатном проекционном экране,
- должны быть обеспечены хорошая акустика, звукоизоляция, освещение и окраска стен.

Использование:

- дистанционное обучение (тематические телелекции, циклы последиplomного обучения, трансляции операций и диагностических процедур, теленаставничество, тематические школы);
- телеконсультирование (клинические разборы, телеконсилиумы);
- дистанционная научно-методическая деятельность (научно-практические телеконференции, селекторные совещания, дни специалиста).

Для функционирования данного комплекса необходимо следующее программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- видео-кодек (программное обеспечение для связи протоколу H.323);
- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);
- текстовый редактор;
- графический редактор (для работы с растровыми изображениями);
- программа для просмотра DICOM-файлов;
- Интернет-браузер;
- Интернет-мессенджер;
- программа IP-телефонии;
- программа для создания и просмотра мультимедийных презентаций;
- мультимедийный плеер;
- программа для работы с электронной почтой;
- антивирусная и анти-спам защита.

Коммуникации данного комплекса представлены обязательным набором:

- отдельная телефонная связь (стационарная и мобильная);
- широкополосный Интернет (выделенный канал, ADSL, xDSL, 3G и т.д.)/IP/электронная почта, или - ISDN.

Глава 5. Цифровая фотосъемка медицинской информации

5.1. Методика цифровой фотосъемки в медицине

Медицинская информация, используемая для телемедицинских целей, должна быть представлена в цифровом виде. Для реализации этой задачи существуют два пути:

1). Первоначальное получение результатов обследования в цифровом виде (для этого используется компьютеризированная диагностическая аппаратура, поддерживающая DICOM, SCP-ECG и иные международные стандарты для обмена медицинской информацией в цифровом виде).

2). Оцифровка вида места болезни, медицинской документации, результатов методов обследования и т.д.

Наиболее оптимален первый путь. Однако, в ряде случаев требуется дополнительная оцифровка специфических видов медицинской информации – вид *Iocus morbi*, общий вид пациента, информация на бланках (твердые носители) и т.д. К тому же, в настоящее время полное обеспечение медицинских учреждений (на всех уровнях медико-санитарной помощи) компьютеризированной диагностической аппаратурой практически не встречается. Поэтому наиболее часто в процессе подготовки данных для телемедицинской процедуры приходится производить оцифровку вида пациента, а также - медицинской документации и результатов диагностических обследований с твердых носителей. Обычно это проводится двумя способами: сканированием и цифровой фотосъемкой (фотосъемка с помощью цифровой камеры).

В повседневной лечебно-диагностической работе для подготовки медицинской информации к телемедицинской процедуре наиболее часто используются цифровые фотокамеры. Можно сказать, что цифровая фотокамера – это основной инструмент врача, практикующего телемедицину; с ее помощью можно быстро и качественно оцифровать практически любой вид медицинской информации, при этом отметим низкую стоимость и простоту эксплуатации данных устройств [17-18,51,114,288].

Однако, в клинической практике наряду с фотокамерами для оцифровки некоторых видов медицинской информации ис-

пользуются также сканеры [114]. Сканирование (планшетный сканер – периферийное устройство персонального компьютера) наиболее эффективно для преобразования в цифровой формат данных с непрозрачных носителей (сонограммы, электрограммы, клинические фотографии и т.д.). Фотосъемка с помощью цифровой камеры – для оцифровки информации с прозрачных носителей (рентгенограмма, МРТ и т.д.). Однако, использование сканеров со слайд-модулями позволяет эффективно оцифровывать и прозрачные носители. Существуют специальные сканеры (т.н. film digitizer) для сканирования рентгенограмм и иных прозрачных носителей, но цена таких устройств весьма высока, поэтому встречаются они крайне редко.

NB! Цифровая фотосъемка – основной метод оцифровки информации для телемедицинских целей.

Метод сканирования является дополнительным, опишем его кратко.

Основные приемы работы с планшетным сканером:

1) Сканирование информации с твердых непрозрачных носителей (текст и графические изображения на бумаге, фотографии и т.д.) (рис.5.1);

2) Сканирование информации на прозрачных носителях (пленка) с помощью слайд-модуля (рис.5.2.);

3) Сканирование информации на прозрачных носителях (пленка) в проходящем свете (рис.5.3).

Наиболее эффективен первый прием. С его помощью можно оцифровывать медицинскую информацию на бланках, эпикризы, фрагменты историй болезни, результаты анализов, консультаций, осмотров, а также сонограммы, термограммы, сцинтиграммы и т.д.

Второй прием используется для оцифровки рентгенограмм, томограмм и т.д., однако применение его бывает затруднительно из-за несоответствия размеров слайд-модуля и формата пленки, на которой имеется радиологическое изображение. В таких случаях проводят сканирование отдельных фрагментов и последующее «склеивание» их с помощью графического редактора. В таком случае изображение имеет низкую диагностическую ценность из-за плохого качества графического файла.

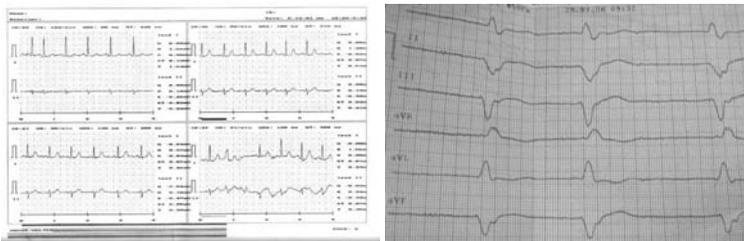


Рисунок 5.1. Пример отсканированной медицинской информации (ЭКГ на твердом носителе – бумаге и термобумаге) – первый прием



Рисунок 5.2. Пример отсканированной медицинской информации (рентгенограмма на прозрачном носителе – пленке) – второй прием (сканирование со слайд-модулем)



Рисунок 5.3. Примеры отсканированной медицинской информации (рентгенограммы на прозрачном носителе – пленке) – третий прием («аматорский»)

Третий прием (т.н. «аматорский») – со сканера снимают крышку, а пленку просвечивают сверху настольной лампой, негатоскопом и т.д. Диагностическая ценность подобных изображений близка к нулю. Такой прием используется при крайне низком техническом обеспечении.

Цифровая фотокамера – универсальное техническое приспособление современной телемедицины. Именно цифровая фотокамера, которая помещается в кармане халата, позволила телемедицине стать настольным инструментом любого врача, наравне со стетоскопом, шприцем и скальпелем. Это доступная, дешевая и эффективная технология.

Основные приемы работы с цифровой фотокамерой:

1) Цифровая фотосъемка данных визуализирующих методов исследования (с бумажных, пленочных и иных видов носителей) (рис.5.4);

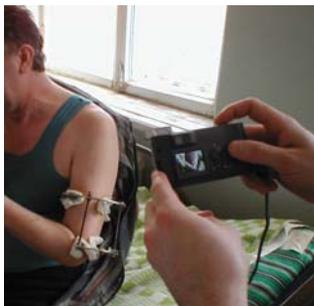
2) Цифровая фотосъемка *locus morbi* или общего вида пациента (в том числе, получение «серийных снимков» или короткой видеозаписи движений, мимики, походки и т.д. пациента) (рис.5.5);

3) Цифровая фотосъемка лечебных и диагностических процедур и операций (рис.5.6);

4) Цифровая фотосъемка медицинской документации для архивирования.



Рисунок 5.4. Прием 1 – цифровая фотосъемка данных визуализирующих методов исследования



*Рисунок 5.5. Прием 2 – цифровая фотосъемка *locus morbi* или общего вида пациента*



Рисунок 5.6. Прием 3 – цифровые фотографии лечебных и диагностических процедур и операций

Рисунок 5.7. Примеры оцифровки медицинской информации с помощью цифровой фотокамеры



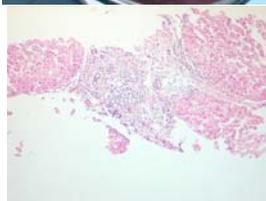
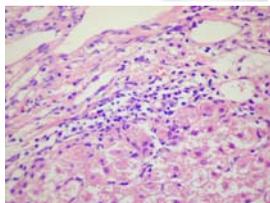
Клиническая фотография (пациент)



Клиническая фотография (locus morbi)



Клиническая фотография, макропрепарат



Клиническая фотография, микропрепарат

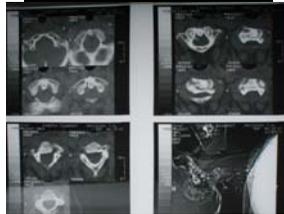
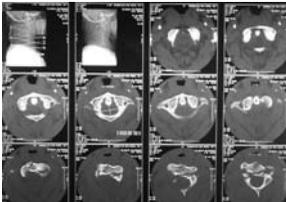
*Продолжение
рис.5.7.*



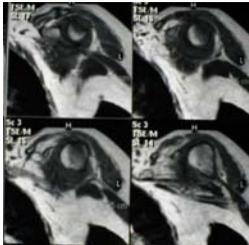
Клиническая фотография (лечебная манипуляция)



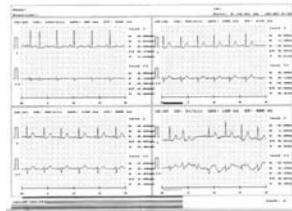
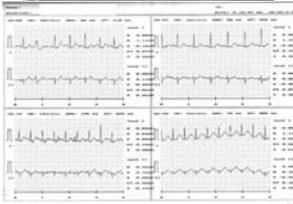
Рентгенограмма



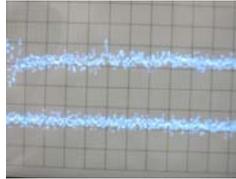
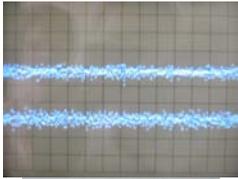
Компьютерная томограмма



MPT

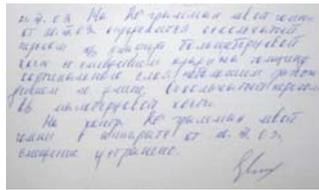


*Электрограмма (кардиограмма),
съемка с бумажного носителя*

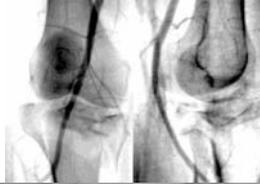


Продолжение
рис. 5.7.

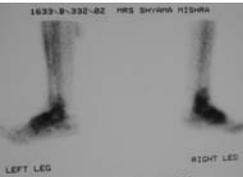
Электрограмма
(миограмма),
съемка с осцил-
лографа



Лабораторный
анализ.
Заключение спе-
циалиста, запись
в медицинском
документе



Радиологические
исследования с
контрасти-
рованием



Сцинтиграфия,
термография

Оборудование. В настоящее время на рынке представлено значительное количество разнообразных цифровых фотокамер с широким диапазоном цен и технических характеристик. При выборе цифровой камеры для медицинских целей следует обратить внимание на наличие следующих компонентов:

- полноценный объектив;
- оптическое и цифровое приближение (зум от англ. zoom);
- функция стабилизации изображения;
- наличие режимов съемки без вспышки и макросъемки;
- функция выбора компрессии изображения;
- функция записи видео (можно без звука).

Отметим, что для оцифровки томограмм на прозрачных носителях следует использовать 5-ти мегапиксельные и выше фотокамеры.

Дополнительное оснащение для цифровой фотосъемки медицинской информации:

- штатив;
- инструменты-шаблоны;
- 1-2 настольные лампы (с обычными лампочками, дающими «желтый» свет);
- ткань для фона.

Применение штатива позволяет значительно повысить качество получаемых фотографий и облегчить процесс их получения. Для повышения диагностической ценности изображений, получаемых с помощью цифровой фотокамеры, используют специальные инструменты – шаблоны-линейки и шаблоны-негативы (рис.5.8).

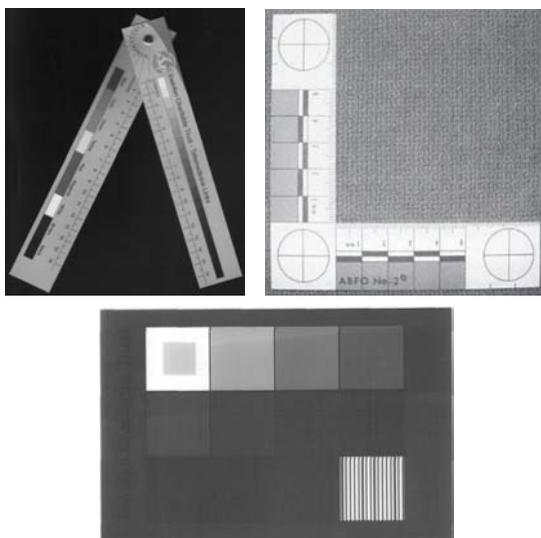


Рисунок 5.8. Шаблоны-линейки (Swinfen Charitable Trust, ABFON[®]2) и шаблон-негатив для цифровой фотосъемки медицинских объектов (Swinfen Charitable Trust)⁴⁴

⁴⁴ Источник иллюстрации – The Swinfen Charitable Trust Digital Camera Guide/ Ed. By R.Wootton.-Department of Health Government of Western Australia, 2004.-45 p.

На специальные линейки наносятся: шкала для измерения длины (16-20 см), транспортир для определения угла, шкала градаций серого цвета, шаблоны цвета (10 цветов). Шаблон негатив представляет собой прозрачную пленку с градациями серого цвета.

С помощью подобных инструментов выполняются следующие задачи [288]:

- калибровка и точная настройка фотокамеры,
- верификация точности воспроизведения цветов, степени сжатия изображения и резкости,
- определение повышенной или недостаточной экспозиции,
- определение угловых отклонений изображения,
- определение истинных размеров различных объектов, их взаиморасположение,
- обеспечение анонимности фотографии (закрытие глаз пациента, маркировки рентгенограмм и т.д.).

В целом инструменты-шаблоны обеспечивают более высокую диагностическую ценность цифровых фотографий, используемых для телемедицинских целей.

Освещение. Качество, цветовая гамма и так называемая «температура» изображения одного и того же объекта могут сильно варьироваться в зависимости от типа освещения.

NB! Цифровую фотосъемку медицинской информации производят без вспышки либо с применением диффузора (для обеспечения диффузности освещения вспышкой).

Использование вспышки зачастую приводит к получению изображения с «превышенной экспозицией», из-за сильного отражения белая заливка скрывает большинство деталей.

Применение вспышки возможно лишь в условиях крайне плохого освещения, в ночное время и т.д. и только для фотосъемки места болезни; при этом для устранения «превышенной экспозиции» следует увеличивать физическое расстояние между фотокамерой и объектом (для приближения объекта использовать зум).

NB! Никогда не используют вспышку для цифровой фотосъемки с негатоскопа.

Цифровую фотосъемку прозрачного носителя на негатоскопе желательно производить в затемненных условиях (выключен свет, окна зашторены).

Непрямой дневной свет оптимален для медицинской цифровой фотосъемки места болезни, пациента и т.д. Но качество такого освещения сильно зависит от времени суток, погоды, помещения и т.д.

Альтернативным непрямоу дневному является «желтый» свет обычных ламп накаливания. Несколько подобных ламп обеспечивают нормальное освещение и цветопередачу объекта с некритичной выраженностью желтого цвета. Но при этом важным вопросом является позиционирование источника света. Объект и источник должны быть расположены таким образом, чтобы минимизировались возможные тени.

NB! Прямое освещение обеспечивает максимально качественную цветопередачу. Боковое освещение обеспечивает максимально качественную детализацию структуры поверхности объекта

Флюоресцентное, галогеновое освещение, лампы «дневного света» – для медицинской цифровой фотосъемки не используются, т.к. они сильно искажают цвет объекта, вызывают синезеленую окраску, создают артефакты в виде горизонтальных и вертикальных полос.

Фон. Прозрачный носитель (рентгенограмму, томограмму) размещают на негатоскоп.

Для улучшения качества изображения оставшиеся свободными участки его поверхности закрывают непрозрачным темным материалом (черным картоном). При фотосъемке места болезни используют контрастную, матовую, однородную поверхность, предпочтительно серого цвета. Фон белого цвета (простынь, халат, пеленка) дает хорошее контрастирование, но избыток отраженного света может ухудшить качество изображения в целом. Для дерматологических изображений рекомендуют черный фон. Зеленый или синий цвет (хирургическое белье) также дает хорошее контрастирование, но следует учитывать возможное влияние такого фона на цвет объекта.

Размещение фотокамеры. Фотокамеру желательно устанавливать на штативе. Фотокамера должна быть центрирована относительно негатоскопа и объекта.

Расстояние до объекта должно быть максимальным, обеспечивающим желаемое качество съемки; при этом приближение объекта осуществляется с помощью функции зум. Подобный подход обеспечивает уменьшения отражения и улучшения резкости.

При этом считается, что оптимальным расстоянием до объекта является 40-60 см, при физическом уменьшении данного расстояния применяется режим макросъемки.

Режим съемки. Большинство цифровых фотокамер имеют встроенную функцию автоматической настройки всех параметров съемки. Ручная настройка в клинических условиях выполняется редко. Именно автоматический режим оптимален для большинства медицинских ситуаций. При съемках на малом расстоянии нужно уменьшать экспозицию для улучшения контрастности, а также использовать режим макросъемки.

NB! Приближение объекта функцией зум и увеличение времени экспозиции могут ухудшить резкость.

NB! При расстоянии менее 40 см до объекта применяется режим макросъемки.

При фотографировании пациента с темной кожей необходимо увеличить экспозицию.

Фотосъемка. Цифровые фотографии должны обеспечивать анонимность и приватность (в любом случае должно быть получено согласие пациента на использование цифровых фотографий в телемедицинских целях).

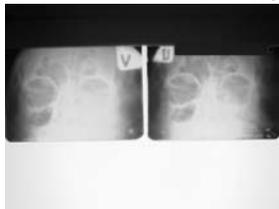
NB! Перед фотосъемкой места болезни необходимо максимально убрать с поверхности кожи кремы, мази, красящие антисептики и т.д.

Каждый объект (проекция, вид и т.д.) должен быть сфотографирован 2-3 раза подряд для последующего отбора наиболее качественного изображения.

Должна быть понятна локализация: первый снимок меньшего качества обзорный, указывающий локализацию, распространенность; второй – прицельный, диагностический.

Проблемы и их устранение. На снимке белое пятно, отблеск вспышки – физически увеличить расстояние от камеры до объекта, выключить вспышку.

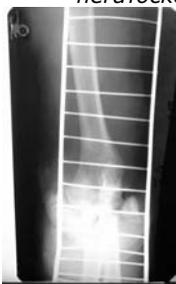
Рисунок 5.9. Примеры некачественных цифровых фотоснимков и методы коррекции



Изображение непригодно для телемедицинских целей - «засвечена» основная часть рентгенограммы, полосы, использована вспышка, на снимке – участки негатоскопа



Изображение непригодно для телемедицинских целей - отражение вспышки, не понятна локализация процесса



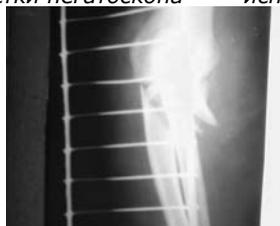
Некачественное изображение - «засвечена» основная часть рентгенограммы, на снимке – участки негатоскопа



Устранение - повторная съемка, регулировка баланса белого цвета, использование зум



Редактирование – выполнение обрезки, перевод в серошкальную палитру



Некачественное изображение - «засвечена» основная часть рентгенограммы, на снимке – участки негатоскопа, вспышка



Устранение – повторная съемка без вспышки, регулировка баланса белого цвета, использование зум

На фотографии на фоне негатоскопа имеются полосы - осторожно увеличить экспозицию, изменить баланс белого цвета.

Плохая резкость, «размытость» фотографии – осторожно уменьшить экспозицию; изменить фокусное расстояние; метод коррекции настройки: четкий предмет (авторучка) может быть помещен на негатоскоп в процессе фокусировки изображения («первая половина щелчка») и быстро убрана при съемке («вторая половина щелчка»).

Излишне светлое или излишне темное изображение – отрегулировать экспозицию.

При фотосъемке объекта на негатоскопе из-за неомогенности света (параллельное расположение нескольких ламп внутри негатоскопа) возникают разнообразные проблемы (полосы, «засвеченные» участки и т.д.) – отрегулировать экспозицию; для объектов небольшого размера возможно перемещение его на другой участок негатоскопа с новым центрированием фотокамеры; иногда подобные проблемы устраняются путем использования функции зум.

5.2. Общие алгоритмы фотосъемки

NB! Снимок каждого вида объекта должен быть продублирован 2-3 раза. В процессе компьютерной обработки из полученных серий изображений отбирают наиболее качественные, которые и используют затем для телемедицинских целей.

Общий алгоритм цифровой фотосъемки места болезни

- 1). Получить согласие пациента.
- 2). Устранить с объекта повязки, мази, кремы, красящие антисептики и т.д.
- 3). Разместить объект фоне со следующими характеристиками:
 - однотонный и гомогенный,
 - тусклый и матовый,
 - цвет должен хорошо контрастировать с проявлениями данного патологического процесса (светло-серый, бледно-зеленый или синий).

При необходимости объект может быть фиксирован самим пациентом или помощником, подушкой-валиком и/или ограни-

чен перевязочным материалом, полосой серого картона с прорезанным «окном».

Рядом с объектом размещают шаблон-линейку (или иной шаблон цвета, масштаба и т.д.).

4). Подобрать освещение со следующими характеристиками:

- однородное,
- без теней,
- безопасное для пациента.

Оптимально – неяркой дневной свет, при необходимости – дополнительные боковые или прямые лампы (лампы накаливания, дающие «желтый» свет).

5). Настроить камеру:

- размер изображения 1024x768 пикселей,
- баланс белого - автоматический,
- качество - «uncompressed» или «low compression» (без сжатия или с минимальным сжатием),
- отключить вспышку или использовать диффузор.

6). Разместить фотокамеру:

- установить камеру на штатив,
- камеру поместить как можно дальше от объекта,
- объектив центрировать по области места болезни,
- использовать зум для приближения изображения места болезни,
- отрегулировать резкость (фокус).

7). Выполнить фотосъемку:

- получить обзорное тестовое изображение,
- получить обзорное тестовое изображение в режиме макро-съемки,
- оценить качество и диагностическую ценность полученных изображений на экране фотокамеры,
- произвести соответствующие изменения в настройках фотокамеры, освещения, положения и т.д.,
- получить обзорное изображение,
- использовать зум или изменить положение камеры для приближения и выделения изображения места болезни,
- отрегулировать резкость (фокус),

- получить прицельное изображение (в виде серии из 2-3 изображений),
- сменить угол, позицию фотокамеры по отношению к месту болезни,
- получить прицельное изображение (в виде серии из 2-3 изображений),
- при необходимости повторить смену позиции фотокамеры и фотосъемку.

Общий алгоритм цифровой фотосъемки прозрачного носителя на негатоскопе

1). Получить согласия пациента.

2). Разместить негатив-шаблон на негатоскопе:

- получить изображение негатива-шаблона (согласно пп.4-7),
- вернуться к п.3.

3). Разместить объект на негатоскопе:

- поместить объект (пленку) на негатоскоп,
- маскировать неиспользуемую поверхность негатоскопа непрозрачным материалом темного цвета (картоном).

4). Подготовить оптимальное освещение:

- выключить свет в помещении,
- зашторить окна.

5). Настроить камеру:

- размер изображения 1024x768 пикселей,
- баланс белого - автоматический,
- качество - «uncompressed» или «low compression» (без сжатия или с минимальным сжатием),
- отключить вспышку.

6). Разместить фотокамеру:

- установить камеру на штатив,
- камеру поместить как можно дальше от объекта,
- объектив центрировать по центру объекта,
- использовать зум для приближения изображения объекта,
- отрегулировать резкость (фокус).

7). Выполнить фотосъемку:

- получить тестовое изображение,
- оценить качество и диагностическую ценность полученного изображения на экране фотокамеры,

- произвести соответствующие изменения в настройках фотокамеры, освещения, положения и т.д., возможно использовать режим макросъемки,
- использовать зум или изменить положение камеры для приближения и выделения изображения объекта,
- получить серию из 2-3 аналогичных изображений.

5.3. Компьютерная обработка (редактирование) цифровых фотографий

Полученные цифровые фотографии с карты памяти фотокамеры копируют в компьютер с помощью USB-кабеля или кардридера и сохраняют на жестком диске в виде серошальных или полноцветных графических файлов формата JPEG в отдельной папке. Затем с помощью программы просмотра графических файлов оценивают каждое изображение (диагностическую ценность, резкость, цветопередачу и т.д.) и отбирают оптимальные фотографии, которые копируют в отдельную папку для редактирования (первоначальные копии сохраняются в архиве!).

Собственно редактирование цифровых фотографий медицинской информации преследует следующие цели:

- уменьшение физического размера файлов с фотографиями без уменьшения диагностической ценности;
- повышение качества и диагностической ценности изображения;
- устранение неинформативных участков;
- обеспечение анонимности.

Основные приемы редактирования цифровых фотографий:

- поворот изображения (на 90^0 или 180^0);
- обрезка;
- изменение палитры;
- уменьшение пиксельного размера изображения;
- устранение персональной информации.

NB! Изменение пиксельного размера приводит к необратимому уменьшению качества изображения. Поэтому обязательным является сохранение копии первоначальных фотографий.

подавляющее большинство радиологических изображений (рентгенограмм, томограмм) для телемедицинских целей используются в серошальном виде, поэтому при их компьютер-

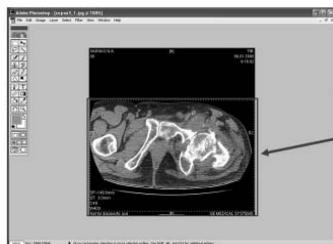
ной обработке производится соответственное изменение палитры (с «полноцветной» на «оттенки серого»). Этот прием одновременно обеспечивает лучшее диагностическое качество и уменьшение физического размера файла.

На схемах 5.1-5.3 приведены основные приемы редактирования цифровой фотографии для последующего использования для телемедицинских целей.

Схема 5.1. Пример редактирования оцифрованной томограммы



Исходный вид оцифрованной томограммы таза: личная информация о пациенте, около 30% площади не информативны

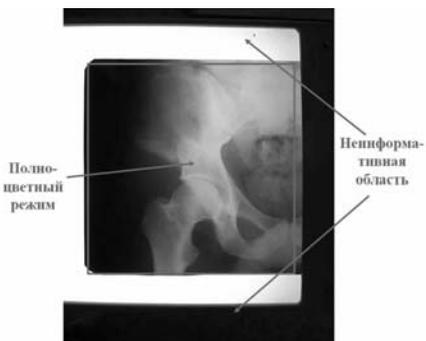


Редактирование: выделение информативной области, выполнение обрезки

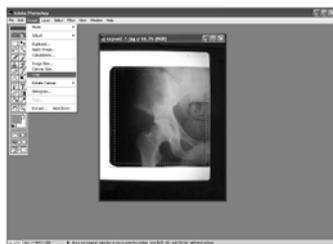


Результат компьютерной обработки: обеспечение анонимности, уменьшение физического размера файла без снижения диагностической ценности

Схема 5.2. Пример редактирования оцифрованной рентгенограммы



Исходный вид оцифрованной рентгенограммы тазобедренного сустава: полноцветный режим, около 40% фотографии – это изображение негатоскопа



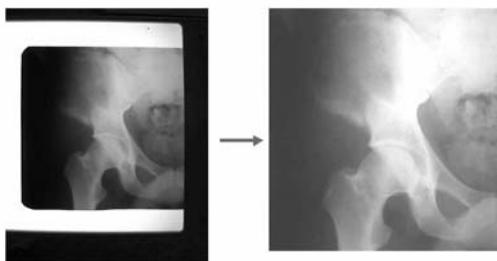
Редактирование: выделение информативной области, выполнение обрезки



Редактирование: изменение палитры на серошкальную



Редактирование: коррекция яркости, контрастности и интенсивности

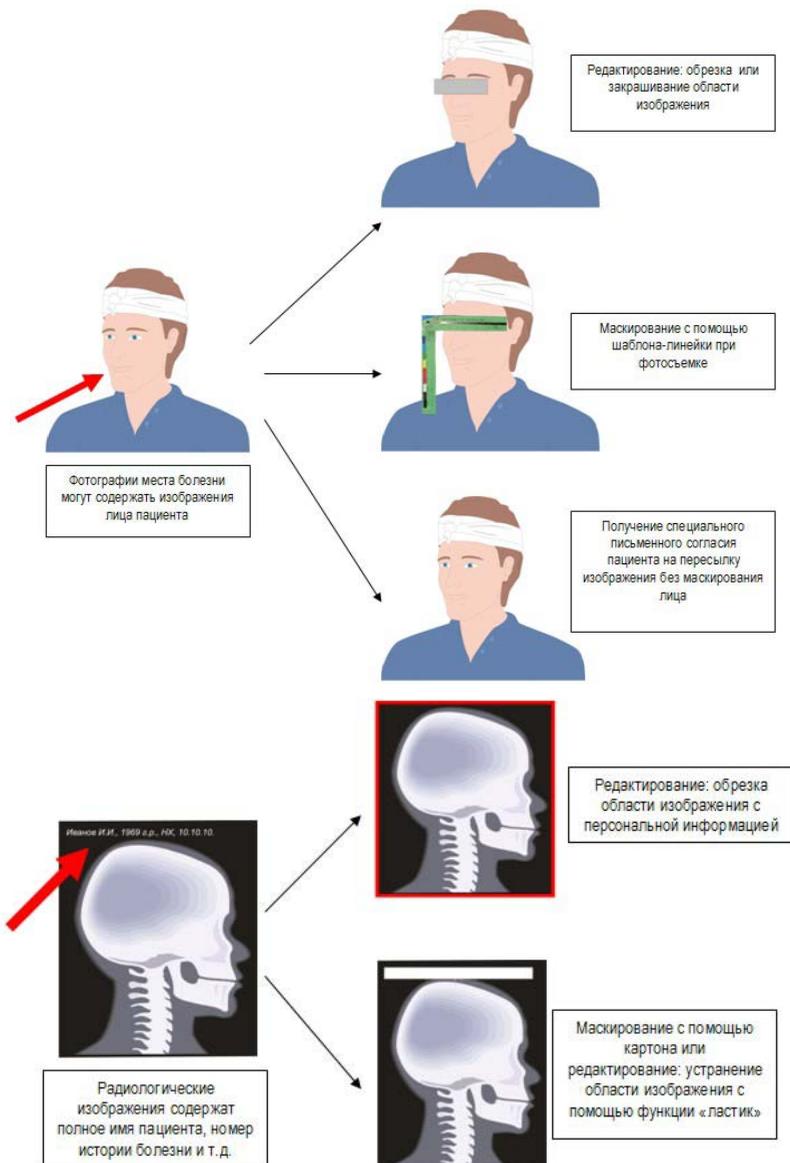


24 кб

10 кб

Результат компьютерной обработки: двукратное уменьшение физического размера файла, улучшение диагностической ценности

Схема 5.4. Основные методы обеспечения анонимности при цифровой фотосъемке



5.4. Особенности представления цифровых фотографий для телемедицинского консультирования

Для изображения места болезни используют минимум два снимка:

- обзорную фотографию анатомического сегмента,
- прицельную фотографию места болезни.

Первый снимок служит для обозначения локализации, распространности патологического процесса; второй – для морфологической идентификации.

Прицельную фотосъемку лучше выполнить из нескольких позиций, под разным углом относительно объекта – это обеспечивает большую диагностическую ценность. В ряде случаев стандартным является предоставление и третьего снимка – специального; например, в дерматологии таковым является дермаскопическое изображение (рис.5.10).

Рисунок 5.10. Примеры отображения места болезни на цифровых фотографиях для телеконсультирования



Обзорная фотография



Прицельная фотография



Специальное фотоизображение (дермаскопическое)

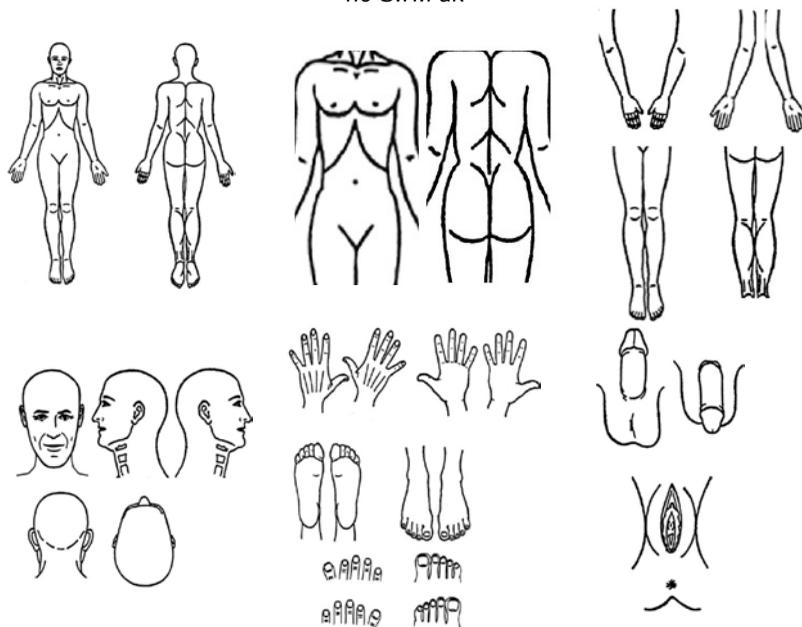


Этапное отображение места болезни

Если в течение некоторого времени выполняется серия снимков одного и того же объекта, отображающих динамику процесса, то в каждом случае нужно создавать аналогичные условия для фотосъемки (фон, освещение, приближение, положение в пространстве, проекция и т.д.).

Особенности цифровой фотосъемки в дерматологии. Для теледерматологических целей используются графические файлы формата JPEG2000 с разрешением минимум 75 точек/дюйм, размером изображения 1200x1600 пикселей (в ряде случаев допустимо, но не рекомендуется, уменьшение размера до 800x600), палитрой полноцветной 24-битная RGB [236,312].

Схема 5.4. Схема стандартизированных проекций отображения анатомических сегментов на теледерматологических цифровых фотографиях по S.H.Pak⁴⁵

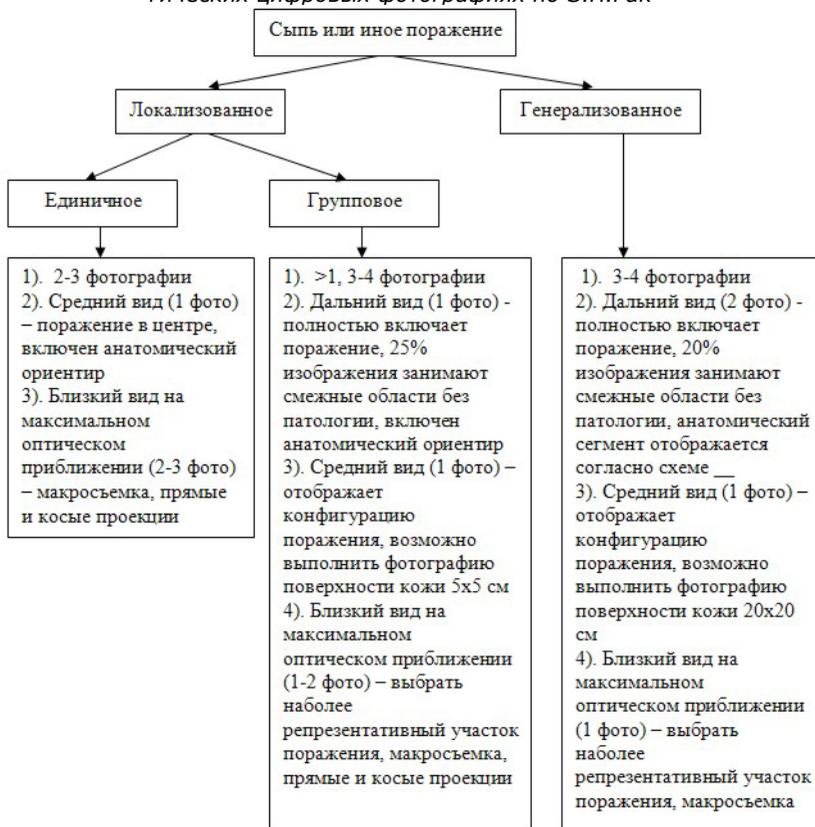


⁴⁵ Pak H.S. Basic Guide to Dermatologic Photography.- Washington, Walter Reed Army Medical Center, 1999.-19 p.

Характеристики теледерматологического изображения [236]:

1. Распространенность (локализация вовлеченных участков): единичная, диффузная, сегментарная, участки тела, подвергающиеся солнечному облучению, однобоковая и т.д.
2. Конфигурация: линейная, звездчатая, округлая, группа и т.д.
3. Первичное поражение: папула, макула, везикула и т.д.
4. Вторичное поражение: кератоз, струп, шелушение и т.д.

Схема 5.5. Алгоритм выбора проекций изображения на теледерматологических цифровых фотографиях по S.H.Pak⁴⁶



⁴⁶ Pak H.S. Basic Guide to Dermatologic Photography.- Washington, Walter Reed Army Medical Center, 1999.-19 p.

Распространенность демонстрируется обзорной фотографией всего тела или сегмента. Фотосъемку выполняют на большом расстоянии от пациента.

NB! Если поражение не единичное, то на фотографии необходимо отобразить симметричные анатомические области.

Например, если на правом коленном суставе имеется сыпь, то цифровая фотография должна включать оба коленных сустава и частичные изображения бедра и голени. На схеме 5.4 приведены стандартизированные проекции отображения анатомических сегментов на цифровых фотографиях по S.H.Pak, используемых в теледерматологии. Конфигурация отображает общую форму объекта(ов), взаиморасположение множественных поражений. Фотосъемку выполняют на среднем расстоянии от пациента. Первичное и вторичное поражения – демонстрация детальной морфологической структуры поражения. Фотосъемку выполняют на близком расстоянии от пациента (макросъемка, дермаскопия). При этом камеру размещают по центру места болезни под углом 90^0 (прямая проекция), затем фотосъемку повторяют под разными углами (косые проекции) (схема 5.5) .

Особенности цифровой фотосъемки в травматологии и ортопедии. Для телетравматологических и телеортопедических целей используются графические файлы формата JPEG с характеристиками, отображенными в таблице 5.1 [44,73-74].

Таблица 5.1. Характеристики телетравматологического и телеортопедического изображения

Вид изображения/характеристика	Рентгенограмма	Цифровая фотография	Томограмма*
Формат файла	JPEG	JPEG	JPEG
Палитра	Серошкальная	Полноцветная (RGB)	Серошкальная
Размер изображения (пиксели)	500-625x500-800 (250-500 тыс.)	500-700x500-700 (250-490 тыс.)	700-800x500-600 (350-480 тыс.)
Разрешение (пиксель/дюйм)	72	72	72
Размер файла (килобайт)**	15-25	20-200	40-50

* - Для томограмм оптимально расположение 1- 3 срезов в одном файле.

** - Размеры файла могут значительно колебаться в зависимости от ряда внешних, в том числе технических условий (способа кодирования, и т.п.).

Рисунок 5.5. Примеры отображения места болезни на цифровых фотографиях для телеконсультирования



Общий вид



Прицельная фотография



Цифровая фотография ортопедического места болезни – функциональные возможности у пациентки с множественными пороками развития пальцев кисти



Рисунок 5.6. Последовательная фотосъемка из разных проекций для четкой дифференцировки анатомических образований при открытом переломе голени

Изображение места болезни должно быть получено в прямой и нескольких косых проекциях, которые качественно отображают клиническую картину. При необходимости выполняют

ряд фотографии, отображающих функцию, объем движений, характерные симптомы (рис.5.5-5.6).

NB! Критичным моментом диагностики по цифровым фотографиям места болезни (раны, открытого перелома и т.д.) является правильная дифференциация анатомических образований (костных фрагментов, мышц, сухожилий), которая может быть затруднена из-за кровотечения. Непосредственно перед фотосъемкой кровь может быть удалена асептической салфеткой.

Глава 6. Телемедицинское консультирование

Уже сейчас технология передачи сообщений позволяет расширить человеческие возможности восприятия и воздействия до масштабов всего Земного шара. Различие между перемещением материальных объектов и передачей сообщений, в теоретическом плане, не является принципиальным или непреодолимым...

Норберт Винер

6.1. Определение, цели и задачи, этапы телемедицинской консультации

Телемедицинское консультирование (синонимы: телеконсультирование, удаленное, дистанционное консультирование) - процесс дистанционного обсуждения конкретного клинического случая с целью поддержки в принятии качественного и оптимального клинического решения для оказания неотложной или плановой медицинской помощи.

Телемедицинское консультирование это наиболее древняя, а в настоящее время - основная телемедицинская процедура. Ежедневно во всем мире проводятся тысячи телеконсультаций с помощью самых различных телекоммуникационных технологий по всем клиническим дисциплинам. Именно телемедицинское консультирование обеспечивает приближение квалифицированной и специализированной помощи в точку необходимости, взаимодействие между уровнями медико-санитарной помощи, быструю поддержку эффективных клинических решений [17].

Основной **целью** телемедицинского консультирования является предоставление качественной медицинской помощи (от первой доврачебной до специализированной и квалифицированной) в точке необходимости.

Задачи телемедицинского консультирования:

- дистанционная поддержка в принятии диагностических и клинических решений;
- дистанционное сопровождение лечебно-диагностического процесса и профилактических мероприятий;

- дистанционная лечебно-диагностическая работа специалистов в медицинских учреждениях отдаленных, сельских и труднодоступных районов;
- сокращение времени от начала заболевания, обострения, травмы до предоставления специализированной и квалифицированной помощи;
- снижение затрат на медицинское и социальное обслуживание, транспортно-командировочных расходов;
- оптимизация потоков пациентов, снижение количества транспортировок;
- непрерывное повышение квалификации медицинского персонала;
- улучшение результатов лечения и показателей здоровья.

NB! Аксиома: методически правильно организованное телемедицинское консультирование позитивно влияет на организационную, клиническую и экономическую составляющие лечебно-диагностического процесса.

Основные этапы телемедицинской консультации:

1. Предоставить отдаленному эксперту оцифрованную медицинскую информацию о пациенте с *максимально* высокой диагностической ценностью при *минимальном* физическом объеме

2. Организовать эффективную обратную связь.

Согласно теории информации «единичный акт информационного взаимодействия объекта со средой имеет три последовательных этапа. Первый этап, это прием информационных кодов. Второй этап состоит в интерпретации этих кодов. Третий этап заключается в реализации полученной в результате первых двух этапов информации» [349].

Телемедицинскую консультацию также можно разделить на три соответствующих этапа:

- прием информационных кодов – предоставление эксперту телемедицинской истории болезни;
- интерпретация этих кодов – аналитическая работа эксперта, формирование рекомендаций;
- реализация полученной информации – использование рекомендаций в лечебно-диагностическом процессе.

6.2. Классификация телемедицинского консультирования

Телемедицинские консультации классифицирую следующим образом:

1. По методу проведения:
 - 1.1. Синхронные.
 - 1.2. Асинхронные.
2. По форме организации:
 - 2.1. Формальные.
 - 2.2. Неформальные.
 - 2.3. Второе мнение.
 - 2.4. По самообращению.

Телеконсультация синхронная (синонимы: **реальновременная, очная, он-лайн, realtime**) - разновидность телеконсультирования, при которой все участники телеконсультации одновременно используют данную телемедицинскую систему.

В данном случае обмен медицинской и сопроводительной информацией, обсуждения производится в реальном времени, одновременно всеми участниками телеконсультации. В клинической практике синхронное телеконсультирование чаще используется для оказания неотложной (ургентной) медицинской помощи, проведения консилиумов, реже - для оказания плановой медицинской помощи.

При использовании на догоспитальном этапе синхронное телемедицинское консультирование зачастую преобразуется в так называемый инструктаж.

Инструктаж - обеспечение физического лица (санитара, парамедика и т.д.) видео- и голосовой связью с экспертом для получения рекомендаций по оказанию первой медицинской помощи.

Инструктаж представляет собой упрощенную разновидность телеконсультирования. Его основные отличия: используется только для оказания первой и неотложной медицинской помощи, дискуссия не проводится, консультант дает четкие алгоритмизированные команды (согласно стандарту оказания первой помощи при том или ином патологическом состоянии, травме и т.д.); абонентом преимущественно является лицо без медицинского образования. Данная телемедицинская процедура ши-

роко применяется в военной медицине, в медицине катастроф, в службе скорой медицинской помощи.

Телеконсультация асинхронная (синонимы: **отсроченная, отложенная, заочная, офф-лайн, store-and-forward**) - разновидность телеконсультирования, при которой участники телеконсультации работают с данной телемедицинской системой последовательно, в дискретные периоды времени.

Обмен медицинской и сопроводительной информацией производится в различные временные промежутки, общая длительность такой формы телеконсультации может колебаться от 24 часов и более. В клинической практике предназначена для оказания плановой медицинской помощи.

Телеконсультирование формальное – телемедицинское консультирование, осуществляемое между двумя и более организациями в рамках договора, юридического документа, регламента.

Телеконсультирование неформальное – межколлегиальное телемедицинское консультирование в профессиональных медицинских Интернет-сообществах, осуществляемое с помощью ряда сетевых услуг (листы рассылки, социальные сети, форумы и т.д.).

Неформальное телеконсультирование является одной из форм современного межколлегиального общения посредством Интернет. В течение последних 10-15 лет во всем мире стали распространенным явлением профессиональные Интернет-сообщества медицинских работников (хирургов, кардиологов, онкологов, травматологов, а также медицинских сестер). Инфраструктурой подобных сообществ являются так называемые «виртуальные ординаторские», реализуемые в листах рассылки, закрытых форумах и закрытых группах в социальных сетях.

Список рассылки (mailing list, почтовая конференция) - сетевая услуга на основе электронной почты, позволяющая вести дискуссию группе пользователей, объединенных общими интересами: созданное сообщение или закодированный файл автоматически рассылаются всем пользователям, внесенным в специальный лист (список).

Каждый лист рассылки имеет свою особую тематику – хирургия, эндокринология, онкология и т.д. Во врачебных листах

рассылки учредители проверяют пользователей (обычно запрашивается краткая биографическая информация); подписчиками могут являться только медицинские работники. Перед началом работы в листе необходимо ознакомиться с правилами. Каждый лист рассылки имеет собственный устав, его текст можно найти на домашней странице (сайте) листа, получить по электронной почте при подписке или от модератора (учредителя) листа.

Форум – специальный раздел веб-сайта, предназначенный для дискуссий и структурированный по определенным темам; с помощью форума пользователи могут создавать сообщения, иллюстрировать их дополнительными файлами, вести дискуссию; управление вышеперечисленными процессами осуществляется с использованием специального программного обеспечения, а пользователь работает с ним с помощью стандартных Интернет-браузеров.

Группа социальной сети – тематическое объединение пользователей произвольной социальной сети, использующее для внутреннего общения специальный раздел соответствующего сервера, обычно построенный аналогично стандартному форуму.

Активное участие в медицинских Интернет-сообществах является чрезвычайно полезным для профессионального развития медицинского работника, так как включает в себя не только телеконсультирование, но и обмен методической, научной и юридической информацией, дискуссии на критичные темы, разбор конфликтных ситуаций и т.д.

Телеконсультирование «второе мнение» – телеконсультирование у независимого врача-эксперта с целью верификации диагноза, тактики лечения и иных клинико-организационных вопросов.

Телеконсультирование по самообращению – телеконсультирование пациентов, самостоятельно обращающихся в данную медицинскую организацию по электронной почте или особую форму на веб-сайте данной организации. Представляет собой форму Интернет-, кибермедицины. В контексте клинической телемедицины рассматриваться не может.

6.3. Показания к телемедицинскому консультированию

Для каждой клинической дисциплины (кардиология, травматология-ортопедия, дерматовенерология и т.д.) обычно формулируется список специальных показаний для проведения телеконсультирования (в зависимости от специфики, особенностей нозологий и процесса оказания медицинской помощи и т.д.). Однако, в большинстве случаев причины для проведения телемедицинского консультирования можно обобщить и свести к определенному формализованному ряду.

Основные показания к проведению телемедицинского консультирования:

- определение (подтверждение) диагноза;
- определение (подтверждение) тактики лечения;
- определение методов профилактики осложнений;
- определение показаний к переводу пациента в специализированное лечебно-профилактическое учреждение;
- определение показаний к очной консультации пациента врачом-специалистом;
- необходимость диагностики и определения тактики лечения редких, тяжелых или атипично протекающих заболеваний;
- необходимость выполнения нового и/или редкого вида оперативного (лечебного или диагностического) вмешательства, процедуры и т.д.;
- отсутствие непосредственного специалиста в данной или смежной медицинской отрасли, или отсутствие достаточного клинического опыта для диагностики или лечения заболевания;
- внешний аудит лечебно-диагностической работы, сомнения пациента в правильности предложенной лечебно-диагностической программы и диагнозе, разбор жалоб;
- возможность снижения экономико-финансовых затрат на диагностику и лечение пациента без ущерба для их качества и эффективности;
- поиск и определение наилучшего медицинского учреждения для неотложного и планового лечения данного пациента, согласование условий и сроков госпитализации;
- оказание медицинской помощи при значительном удалении пациента от медицинских центров (авиаперелет, мореплавание,

горные районы, боевые условия и т.д.), невозможность преодоления географического расстояния между медицинским работником и пациентом;

- географическая удаленность отдельных специалистов, которые необходимо посетить пациенту в ходе обследования;
- поиск альтернативных путей решения клинической задачи;
- получение дополнительных знаний и умений по данной клинической проблеме.

6.4. Участники телемедицинской консультации

Основные участники телемедицинской консультации: абонент, координатор и эксперт (консультант). Также в процесс телеконсультации могут вовлекаться непосредственно пациент (особенно в случаях синхронных телемедицинских консультаций, видеоконференций), инженерный персонал, представители не-медицинских специальностей.

Пациент - физическое лицо, медицинскую документацию которого(ой) предоставляют для телемедицинской консультации.

Функции пациента:

- предоставление в распоряжение абонента необходимой медицинской документации;
- прохождение лабораторного и инструментального обследования перед или во время проведения телеконсультации (согласно назначениям абонента и рекомендациям консультанта);
- участие в синхронных телеконсультациях (при необходимости);
- требование полноценного информирования, сохранения медицинской тайны и обеспечения безопасности телемедицинской консультации.

Абонент - юридическое или физическое лицо (непосредственный медицинский работник, лечащий врач), представляющее клинический случай для телемедицинской процедуры.

Основные функции абонента:

- предоставление клинического случая для телеконсультирования, формулировка вопросов;
- оформление медицинской документации согласно существующим требованиям;

- предоставление медицинской информации с максимальной диагностической ценностью;
- предоставление дополнительной информации по запросу эксперта;
- обеспечение клинической и информационной безопасности;
- протоколирование результатов телеконсультации;
- участие в синхронных процедурах;
- соблюдение телемедицинской деонтологии.

Координатор (диспетчер) - специалист с полным высшим или высшим медицинским образованием и знанием компьютерных технологий на уровне пользователя, который обеспечивает бесперебойную работу по проведению телемедицинских процедур.

Основные функции координатора:

- первичная оценка качественно-количественных характеристик данных, получаемых от врачей-абонентов;
- проверка данных на соответствие требованиям к оформлению запросов на телемедицинские консультации;
- методическая помощь абоненту для правильной и качественной подготовки требуемой документации;
- отправка данных непосредственно эксперту или в телемедицинский центр консультирующего лечебно-профилактического учреждения;
- решение организационных, клинических, технических и финансовых вопросов телемедицинской консультации;
- верификация совместимости и тестирование телемедицинского оборудования у абонента и у эксперта (особенно перед видеоконференциями);
- обеспечение оперативного обмена информацией (дополнительными вопросам, результатами обследований и т.д. между абонентом и экспертом (особенно при асинхронной телеконсультации));
- передача абоненту копий заключения эксперта (на бланке);
- протоколирование процесса и результатов телеконсультации;
- обеспечение клинической и информационной безопасности;
- обеспечение своевременности и высокого качества телемедицинского консультирования;

- соблюдение телемедицинской деонтологии.

Координатор – ключевая фигура телеконсультации. Это единственный посредник, связующее звено между абонентом и экспертом, особенно в условиях ограниченных ресурсов и доступа к ИТ-инфраструктуре, недостаточного уровня компьютерной грамотности. Требования к координатору достаточно высоки: он/она должен хорошо владеть навыками пользователя персонального компьютера и Интернет, в совершенстве знать теоретические и практические основы телемедицины, быть квалифицированным работником не только в рамках своей специальности (чтобы иметь возможность оценить диагностическую и профессиональную ценность данных, получаемых от различных специалистов).

Зачастую в процессе телемедицинской консультации непосредственно взаимодействуют два координатора – из консультируемого и из консультирующего лечебно-профилактического учреждения соответственно.

Эксперт (консультант) - специалист или группа специалистов, рассматривающих клинический случай.

Основные функции консультанта:

- рассмотрение и консультирование предоставленного клинического случая в оговоренные сроки;
- предоставление заключения с использованием общепринятой медицинской терминологии;
- предоставление максимально полных, качественных и обоснованных ответов на вопросы абонента;
- формулирование рекомендаций на основе доказательной медицины;
- иллюстрирование и подкрепление рекомендаций клиническими примерами, ссылками на научные публикации и иной доказательной базой;
- участие в синхронных процедурах.
- обеспечение клинической и информационной безопасности;
- протоколирование результатов телеконсультации;
- соблюдение телемедицинской деонтологии.

При изучении клинического случая и создании рекомендаций эксперт должен помнить о морально-этической ответственности, которую он несет перед абонентом и пациентом. При об-

суждении ранее проведенного лечения обязательно соблюдение норм коллегиального общения. Если при изучении клинического случая консультант сомневается в правильности, однозначности своего решения он должен прервать телеконсультацию для дополнительной аналитической работы (изучение литературы, Интернет, обсуждение с коллегами, привлечение смежных специалистов и т.д.). Лишь после уточнения своего решения эксперт может оформить заключение и отослать его абоненту.

Заключение обычно оформляется на бланке (в соответствии с требованиями национального законодательства) в виде текстового файла (в окончательном виде - PDF) и имеет следующую общую структуру:

- общая часть (идентификатор пациента или телеконсультации, дата получения запроса и дата отсылки заключения, фамилия, имя и отчество эксперта, место работы и занимаемая должность, научная степень, даты, подписи, печати);

- заключение (ответы на вопросы абонента, дополнительная информация);

- доказательная база (ссылки на научные публикации, клинические примеры, поясняющие рисунки).

Очень качественно требования к информационно-структурному наполнению рекомендаций эксперта были сформулированы в монографии И.А.Камаева с соавт., 2001 [70], процитируем их полностью:

1. Диагноз заболевания (окончательный или предварительный), в последнем случае обосновывается невозможность постановки точного диагноза, описываются алгоритмы диф.диагностики, перечень дополнительных исследований для уточнения диагноза.

2. Рекомендации по лечению (реабилитации, профилактике). Они должны включать:

- а) для медикаментозного лечения - указание препаратов, дозировок, схем, длительности курсов терапии;

- б) для оперативного лечения - название операции, рекомендации по технике ее выполнения с описанием особенностей, если они имеются;

в) при невозможности однозначных рекомендаций по лечению - альтернативные варианты с описанием алгоритмов их выбора.

3. Ответы на другие поставленные перед консультантом вопросы, если таковые сформулированы при направлении на консультацию, а также иные сведения, которые консультант считает необходимым сообщить.

4. При необходимости – обоснование и условия направления пациента на очную консультацию (обследование, лечение, в том числе оперативное). При платном лечении (консультации) - с указанием ориентировочной суммы либо ссылкой на доступный прайс-лист.

5. Дата консультации, сведения о консультанте, его подпись.

Инженерный персонал (техник-ассистент, инженер телемедицинского центра) - специалист (ы) с высшим образованием в сфере телекоммуникационных и компьютерных технологий, который обеспечивает бесперебойную работу телемедицинского и прочего оборудования, устройчивость каналов связи.

Основные функции инженерного персонала:

- обеспечение технической готовности оборудования и каналов связи к проведению телемедицинского консультирования;
- регулярная настройка, тестирование и калибрование оборудования и каналов связи;
- своевременное устранение сбоев;
- верификация совместимости и тестирование телемедицинского оборудования;
- участие в синхронных процедурах (при необходимости);
- обеспечение физической и информационной безопасности;
- соблюдение телемедицинской деонтологии.

NB! При оформлении на работу инженер (техник) должен быть проинформирован об ответственности за разглашение личной и медицинской информации, заполнить и подписать расписку о неразглашении медицинской тайны.

Представители **не-медицинских специальностей** в ряде случаев могут принимать участие в телемедицинской деятельности, наиболее часто это могут быть переводчики и юристы. Данная категория лиц должна быть тщательнейшим образом

проинструктирована касательно законодательства о неразглашении медицинской тайны, правил телемедицинской деонтологии, а также должны быть оформлены и подписаны соответствующие документы (аналогично инженерному персоналу).

6.5. Формирование документации для телемедицинской консультации

В отличие от очного диагностического процесса при телемедицинском консультировании критичным фактором является объем и достоверность предоставленной абонентом исходной информации. Достоверность предоставленной на консультацию информации влияет на заключение, которое дает врач-эксперт, вплоть до отказа от подписи из-за недостаточности или противоречивости данных. При сомнениях в достоверности исходной информации врач-эксперт, как правило, запрашивает у врача-абонента дополнительные данные или просит прокомментировать уже представленную информацию, в том числе - указать условия проведения исследования или способы получения тех или иных изображений. Вновь полученные данные должны подвергаться сравнительной оценке на достоверность по отношению к исходным по указанным далее критериям.

Основные критерии оценки достоверности информации, полученной для телеконсультации (по А.Григорьеву с соавт., 2001) [54]:

1. Полнота, упорядоченность и диагностическая достаточность.
2. Непротиворечивость или явное указание на взаимное противоречие.
3. Качество представленных изображений, записей биоэлектрических сигналов и видеофрагментов.
4. Адекватность использованной терминологии.
5. Квалификация консультируемого и статус лечебного учреждения.
6. Накопленный практический опыт координатора телемедицинских консультаций.

Принципы подготовки информации для телемедицинской консультации (по И.Камаеву с соавт., 2001) [70]:

1. Принцип качества (включает как технические характеристики передаваемой информации (контрастность, сохранение цветовой палитры, четкость изображения), так и соблюдение медицинских стандартов, технологий, протоколов процедур и исследований).

2. Принцип полноты (для телеконсультаций необходимо представлять оптимальный объем представляемой информации о каждом направляемом материале).

3. Принцип объективности (возможность проведения консультантом независимого анализа представленной информации, позволяющего вынести обоснованное заключение даже полностью противоречащее мнению врача-абонента).

Телемедицинская история болезни. Для проведения телемедицинской консультации абонент - непосредственный медицинский работник, лечащий врач - формирует так называемый запрос на телеконсультацию или телемедицинскую историю болезни, содержащую наиболее важные данные о пациенте. В общем виде запрос абонента может иметь следующую структуру:

- короткий эпикриз (идентификатор пациента, пол, возраст, диагноз, жалобы, критичные анамнестические данные, общий и локальный статус);
- результаты дополнительных обследований (лабораторных, инструментальных, радиологических и т.д.), критичные для диагностики и определения тактики лечения;
- вопросы к консультанту.

Основные требования к телемедицинской электронной истории болезни:

- информационное и методическое соответствие формам медицинской отчетной документации (согласно национальному законодательству);
- как можно меньший физический размер файла(ов) с минимальными потерями диагностической ценности;
- критичность;
- стандартность оформления и используемых файлов;
- гибкость.

Под критичностью мы понимаем следующее – данные, характеризующие те или иные аспекты состояния пациента как

нормальные или имеющие сопроводительный характер, в полном объеме в телемедицинскую историю болезни не включаются. Поясним это на конкретных примерах:

1). Пациенту с подозрением на злокачественное новообразование кожи при поступлении были выполнены общий и биохимический анализ крови и мочи, однако все показатели находятся в пределах нормы, проведен общий осмотр; при подготовке к асинхронной телеконсультации в телемедицинскую историю болезни включают только анамнестические данные (медикаментозная аллергия), описание локального статуса, диагностические изображения, а описание общего статуса и анализов – нет, так как они не отображают патологические изменения в состоянии пациента.

2). Пациенту с открытым переломом бедренной кости при поступлении была выполнена флюорограмма легких (с превентивной целью для выявления туберкулеза); при подготовке к синхронной телеконсультации в телемедицинскую историю болезни включают только оцифрованную рентгенограмму бедра в двух проекциях, а флюорограмму – нет, так как она носит сопроводительный характер.

Не критичная информация может быть включена в телемедицинскую историю болезни в виде краткого упоминания («общий анализ крови в пределах нормы»), либо быть представлена в полном объеме по запросу эксперта. В XIII веке английский философ и монах-францисканец Уильям Оккам сформулировал принцип «Pluralitas non est ponenda sine necessitate» («Множественность никогда не следует полагать без необходимости»), в настоящее время известный как бритва Оккама – если существует несколько логически непротиворечивых определений или объяснений какого-либо явления, то следует считать верным самое простое из них. Руководствуясь этим принципом С. Wallace и D. Boulton в 1968 г. ввели понятие «сообщение минимальной длины», которое гласит: «даже если модели не эквивалентны в точности, та из них, которая порождена наикратчайшим сообщением, является наиболее корректной». С точки зрения теории информации это понятие переопределяет принцип бритвы Оккама и фактически обозначает то, что самым точным сообщением и является сообщение минимальной длины. Также

существует понятие «сообщение максимальной емкости», которое гласит: «из нескольких моделей или выражений наиболее емким является то, которое порождает наибольшее количество информации». Таким образом, с точки зрения теории информации телемедицинская история болезни должна представлять собой сообщение максимальной емкости и минимальной длины. Минимальный физический объем передаваемых файлов должен сочетаться с их максимально возможной диагностической ценностью. Некой философской мерой уменьшения объема без потери качества может служить несколько эксцентричная трактовка принципа бритвы Оккама А.Эйнштейном: «Всё следует упрощать до тех пор, пока это возможно, но не более того». С практической же точки зрения диагностическое изображение может быть сжато до уровня ниже которого диагностическая ценность его стремится к 0 (характеристики такого уровня устанавливаются для каждого вида диагностического изображения экспериментально в ходе научно-исследовательских работ); текстовая же информация должна включать все критичные сведения из анамнеза и общего физического статуса; жалобы и описание локального статуса в любом случае включаются полностью.

Всю медицинскую информацию, используемую для телемедицинского консультирования, необходимо преобразовать в цифровой вид. Для этого существует два пути:

1). Первоначальное получение результатов визуализирующих методов обследования в цифровом виде (для этого используется компьютеризированная диагностическая аппаратура, поддерживающая DICOM, SCP-ECG и иные международные стандарты для обмена медицинской информацией в цифровом виде).

2). Оцифровка вида места болезни, медицинской документации, результатов методов обследования и т.д.

NB! Для повседневной клинической практики целесообразно использовать цифровые фотокамеры. Цифровая фотокамера является наиболее эффективным средством оцифровки любых видов медицинской информации.

Подробно методы оцифровки медицинской информации описаны в главе «Цифровая фотосъемка медицинской информации». Для телеконсультирования могут использоваться следующие стандарты обмена медицинской информацией:

1. Обмен медицинской информацией в рамках специального стандарта - DICOM, HL7 и т.д.

2. Обмен медицинской информацией в виде потока цифровых данных между диагностическим оборудованием с телемедицинскими функциями - инженерные стандарты (международные, например SCP-ECG или авторские разработчиков).

3. Обмен медицинской информацией в виде компьютерных файлов:

3.1. Использование типичных форматов файлов (табл.б.1).

3.2. Использование единой (общей) медицинской информационной системы - HL7, авторские стандарты разработчиков.

Телемедицинскую консультацию можно рассмотреть как процесс взаимодействия абонента, данных о пациенте (иногда самого пациента) и консультанта. В современной телемедицине наиболее распространены три формы такого взаимодействия: кольцевая, интегративная, телеприсутствие.

Опишем каждую более подробно. Первой формой взаимодействия является «кольцевая» (рис.б.1):

- осмотр и обследование пациента;
- параллельное или последовательное ведение электронной истории болезни (ЭИБ);
- на базе ЭИБ формирование телемедицинской ЭИБ (запроса, выписки и т.д.);
- синхронное или асинхронное предоставление консультанту телемедицинской ЭИБ;
- получение заключения.

В случае получения от консультанта дополнительных вопросов цикл может повториться.

Второй формой взаимодействия является «интеграция» (рис.б.2):

- выполняется лечебно-диагностический процесс;
- данные о пациенте постоянно поступают в медицинскую информационную систему;
- в необходимый отрезок времени консультант получает полный дистанционный доступ к постоянно обновляемым данным о пациенте;
- получение заключения и телеассистирование.

Таблица 6.1. Стандартные форматы файлов для предоставления медицинской информации с целью телемедицинского консультирования

Вид документа	Формат файла
Форма медицинской учетной документации (любая)	PDF*
Выписка из медицинской карты амбулаторного (стационарного) больного для телемедицинской консультации	PDF*, RTF
Текст (результаты физикального обследования, копии эпикризов, осмотров специалистов, результаты инструментально-лабораторных исследований и т.д.)	PDF*, RTF, JPEG*
Лабораторные данные	PDF*, RTF, JPEG*
Рентгенограмма	JPEG*, DICOM
Томограмма	DICOM, JPEG*
Произвольное радиологическое изображение	JPEG*, TIFF, DICOM
Сонограмма	DICOM, JPEG*
Электрокардиограмма	SCP-ECG, ***
Электрограмма (энцефало-, рео-, мио- и т.д.)	JPEG*, PDF*, DICOM
Эндоскопическое изображение (статичное)	DICOM, JPEG*, TIFF
Гистологическое изображение	DICOM, JPEG*, TIFF
Произвольное диагностическое изображение (термограмма, сцинтиграмма и т.д.)	JPEG*, PDF*, DICOM
Фотография пациента (общий вид)	JPEG*, TIFF
Фотография места болезни	JPEG*, BMP, TIFF
Видеоэпизод (объем движений, рефлексы, симптомы)	MPEG*, AVI
Аудиоэпизод (речь пациента, аускультативная картина)	MP3*, WAV, WMA
Произвольная текстовая информация	PDF*, RTF
Произвольная графическая информация	JPEG*, TIFF
Произвольная звуковая информация	MP3*, WAV, WMA
Произвольная видео информация	MPEG*, AVI
Данные диагностических устройств (при синхронном обследовании)	DICOM, ***
Данные мониторингования	DICOM, JPEG*, PDF*, ***

*Примечание - данный формат файла является стандартом ISO для хранения и пересылки соответствующего вида информации (текстовой, графической, звуковой, визуальной). **Примечание - обязательным является сохранение медицинской тайны. Все персональные данные должны быть изъяты и заменены на идентификатор пациента. Если сохранение анонимности невозможно, то это должно быть особо отмечено в письменном информированном согласии. ***Примечание - в виде исключения могут использоваться форматы и стандарты производителей оборудования



Рисунок 6.1. Кольцевая схема телемедицинского консультирования



Рисунок 6.2. Интегративная схема телемедицинского консультирования



Рисунок 6.3. Схема телемедицинского консультирования - телеприсутствия

Наибольшее свое развитие данная форма получила в работах Е.В.Флерова с соавт., 2004-2007 в виде концепции «веб-интеграции»⁴⁷. Третья форма взаимодействия - «телеприсутствие» (рис.6.3):

⁴⁷ Флеров Е.В., Саблин И.Н., Бройтман О.Г., Батчаев Ш.С. WEB - интеграция медицинской информации как базис развития современной телемедицины / Мобильные телемедицинские комплексы. Домашняя телемедицина.- Матер.научн.-практ.конф.-Ростов-на-Дону.-2005.- С.83-84.

- выполняется лечебно-диагностический процесс;
- полное синхронное участие консультанта, реализуемое заключениями, телеассистированием и телеуправлением действиями персонала.

Наибольшее свое развитие данная форма получила в работах R.Satava et al., 1993-1995 и R.Latifi et al.б 2003-2009⁴⁸.

Существуют следующие формы работы с медицинской информацией с целью телеконсультирования:

1. Файловая (использование стандартных операционных систем и неспециального программного обеспечения):

- формирование абонентом группы файлов;
- предоставление консультанту доступа к группе файлов или непосредственная пересылка их консультанту;
- обсуждение;
- отправление/получение заключения в виде файла.

2. Программная (использование единой медицинской информационной системы всеми участниками телеконсультации):

- ведение абонентом документации в медицинской информационной системе;
- предоставление консультанту прав дистанционного доступа к данным пациента;
- обсуждение;
- размещение заключения в медицинских записях пациента консультантом или отправление/получение заключения в виде отдельного файла.

3. Аппаратная (использование специального диагностического и лечебного оборудования с телемедицинскими функциями):

- прямая трансляция консультанту информации от диагностических устройств;
- дистанционное управление диагностической и/или лечебной аппаратурой;
- обсуждение;

⁴⁸ Satava RM, Simon IB. Teleoperation, telerobotics, and telepresence in surgery. *Endosc Surg Allied Technol.* 1993 Jun;1(3):151-3. Latifi R, Peck K, Porter JM, Poropatich R, Geare T 3rd, Nassi RB. Telepresence and telemedicine in trauma and emergency care management. *Stud Health Technol Inform.* 2004;104:193-9.

- отправление/получение заключения в виде файла.

Довольно часто в процессе клинической телемедицинской деятельности указанные формы могут комбинироваться.

6.6. Общие сценарии телемедицинского консультирования

Синхронная телемедицинская консультация

1). Синхронная телемедицинская консультация на основе веб-платформы, электронной почты:

- согласование проведения телеконсультации (телефония (мобильная, стационарная, IP), SMS, веб-чат);
- отправка телемедицинской истории болезни эксперту по электронной почте или размещение ее на веб- платформе;
- аналитическая работа эксперта;
- обсуждение и предоставление вывода с помощью телефонии, веб-чата, SMS;
- отправка заключения (на бланке) по электронной почте или размещение его на веб-платформе.

2). Синхронная телемедицинская консультация на основе видеоконференций:

- согласование проведения телеконсультации (телефония (мобильная, стационарная, IP), SMS, веб-чат);
- отправка телемедицинской истории болезни эксперту по электронной почте;
- аналитическая работа эксперта;
- проведение видеоконференции, обсуждение и предоставление вывода;
- отправка заключения (на бланке) по электронной почте.

3). Синхронная телемедицинская консультация на основе мобильной (сотовой) телефонии:

- согласование проведения телеконсультации (мобильная телефония, SMS);
- отправка телемедицинской истории болезни эксперту в виде MMS и SMS;
- аналитическая работа эксперта;
- обсуждение и предоставление вывода с помощью SMS и/или голосового общения (мобильная телефония);
- отправка заключения (на бланке) по электронной почте.

4). Синхронная телемедицинская консультация на основе телеметрии:

- согласование проведения телеконсультации (телефония (мобильная, стационарная, IP), SMS, веб-чат);
- отправка данных телеметрии по линии телефонной (кабельной, мобильной) связи, 3G, IP, радио и т.д. каналу;
- расшифровка данных;
- аналитическая работа эксперта;
- обсуждение и предоставление вывода по мобильному или стационарному телефону;
- отправка заключения (на бланке) по электронной почте.

Возможен вариант синхронной телеконсультации, при котором данные от диагностических приборов и мониторов постоянно транслируются эксперту, или эксперт самостоятельно дистанционно управляет лечебной и диагностической аппаратурой.

Асинхронная телемедицинская консультация

1). Асинхронная телемедицинская консультация на основе электронной почты:

- отправка телемедицинской истории болезни эксперту по электронной почте;
- аналитическая работа эксперта;
- запрос дополнительных данных (при необходимости), предоставление запрошенной информации с помощью электронной почты;
- аналитическая работа эксперта;
- отправка заключения (на бланке) по электронной почте.

2). Асинхронная телемедицинская консультация на основе веб-платформ:

- размещение телемедицинской истории болезни на веб-платформе;
- аналитическая работа эксперта;
- запрос дополнительных данных (при необходимости), предоставление запрошенной информации с помощью электронной почты;
- аналитическая работа эксперта;
- размещение вывода на веб-платформе (возможно дублирование заключения (на бланке) по электронной почте).

6.7. Безопасность телемедицинского консультирования

Безопасность телемедицинского консультирования подразделяется на клиническую и информационную. Первая связана с безвредностью лечебно-диагностического комплекса, сформированного по итогам телеконсультации, для жизни и здоровья пациента. Вторая – с неразглашением медицинской тайны, конфиденциальностью личной информации.

Клиническая безопасность телемедицинского консультирования обеспечивается следующим образом:

1. Окончательное клиническое решение всегда принимает непосредственный медицинский работник (лечащий врач). Авторитет и титулованность эксперта не являются критичными факторами. Любые рекомендации рассматриваются как поддержка для принятия наиболее рационального и эффективного клинического решения, но не само решение.

2. В случае сомнений в качестве и адекватности полученных рекомендации, при невозможности полностью или частично их выполнить, при сомнениях в возможности качественного проведения лечебно-диагностического процесса даже после телеконсультации и т.д. непосредственный медицинский работник (лечащий врач) должен направить пациента на более высокий уровень медико-санитарной помощи или вызывать врача-эксперта для личной консультации.

3. Отказом эксперта от проведения телемедицинской консультации при недостатке данных о пациенте, объективном или субъективном нарушении целостности, объема, адекватности исходных данных (см. раздел 6.5). В качестве альтернативы должен быть предложен личный очный осмотр.

Информационная безопасность обеспечивается путем применения следующих аппаратно-программных средств и видов телекоммуникаций:

1. Закрытые каналы связи (VPN (Virtual Private Network) – медицинские корпоративные сети, развернутые на базе уже существующих сетей данного провайдера.

2. Шифрование информации (криптографическая защита) и электронная цифровая подпись.

3. Антивирусная и антиспамовая защита рабочих станций, применение специальных программ для защиты сети (файерволлы, брендмауэры).

4. Авторизированный (паролированный) доступ к рабочим станциям, серверам, отдельным базам данных и т.д.

5. Передача информации в анонимном виде.

6. Передача информации с помощью международных стандартов (DICOM, SCP-ECG и т.д.).

NB! При передачи данных по открытым каналам связи медицинская информация обязательно передается в анонимном виде либо обязательно применяются средства криптографической защиты с электронной цифровой подписью.

Клиническая и информационная безопасность совместно обеспечиваются обязательным использованием письменного информированного согласия пациента (его родственников, доверенных лиц – согласно национальному законодательству) на проведение телемедицинского консультирования и на лечебно-диагностическую программу, сформированную после данной процедуры.

6.8. Инструменты клинического телемедицинского консультирования

NB! Для проведения телемедицинского консультирования используется широкий перечень современных телекоммуникационных средств. В зависимости от клинических задач, специфики работы и географического положения данного лечебно-профилактического учреждения, объемов и способов финансирования следует выбирать оптимальное техническое решение.

6.8.1. Основные инструменты

6.8.1.1. Электронная почта

Электронная почта (e-mail) - сетевая услуга, обеспечивающая передачу сообщений (писем) и файлов от одного пользователя другому (причем оба пользователя должны иметь определенные специальные адреса).

NB! Электронная почта представляет собой универсальную технологию для телеконсультирования. Эта простая и вместе с тем многофункциональная сетевая услуга позволяет пользовате-

лю даже с минимальным уровнем компьютерной грамотности эффективно провести телемедицинскую консультацию.

Обмен сообщениями и вложенными полиформатными файлами (это могут быть текстовые, графические, аудио и даже видеофайлы), высокая скорость обмена письмами, простота и доступность интерфейса, надежность и дешевизна эксплуатации сделали электронную почту, по меткому выражению экс-президента Американской Ассоциации Телемедицины профессора Дж.Сандерса, «основной технологией современной телемедицины». E-mail является тем простым и, вместе с тем, уникальным инструментом, который «вносит» телемедицину в повседневную жизнь любого врача.

В телемедицинских целях электронная почта используется для решения следующих задач:

- асинхронное формальное телеконсультирование;
- асинхронное неформальное телеконсультирование (с использованием листов рассылки);
- синхронное формальное телеконсультирование (с предварительным уведомлением эксперта по телефону, SMS или иным способом о направлении медицинской документации);
- пересылка эксперту медицинской документации перед видеоконференцией (синхронной телеконсультации);
- асинхронное телеконсультирование пациентов по самообращению.

Общий сценарий телеконсультирования с использованием электронной почты:

1) Врач-абонент подготавливает в цифровом виде совокупность медицинской информации для консультации (эпикриз, данные дополнительных методов обследования, вопросы к консультанту). Данные помещаются в электронное письмо (согласно алгоритму на рис.6.4) и отсылаются эксперту.

2) Врач-эксперт получает письмо по электронной почте, знакомится с представленным клиническим случаем; при необходимости консультант отправляет абоненту электронное письмо с уточняющими вопросами.

3) Абонент отвечает на уточняющие вопросы (возможно, дополнительно отправляет по e-mail данные клинических исследований).

Рисунок 6.4. Алгоритм создания электронного письма для телемедицинской консультации



Создание нового сообщения (письма)



Ввод адреса, темы и текста сообщения (данный текст представляет собой короткий эпикриз)



Вложение в сообщение графического файла с результатами обследований (в данном случае – рентгенограмма)



Рисунок 6.5. Программа для работы с электронной почтой (почтовый клиент), электронное письмо с коротким эпикризом, в отдельном окне раскрыт вложенный файл с диагностическим изображением (рентгенограммой)

4) Аналитическая работа консультанта.

5) При асинхронной форме работы - предоставление заключения (на бланке) по электронной почте.

6). При синхронной форме работы - обсуждение клинического случая (обмен электронными письмами в реальном времени, чат, голосовая связь, видеоконференция), предоставление заключения (на бланке) по электронной почте.

Безопасность телемедицинского консультирования по электронной почте обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Пересылкой медицинской информации в анонимном виде.
3. Пересылкой медицинской информации в виде зашифрованных файлов, защищенных электронной цифровой подписью.
4. Антивирусной и антихакерской защитой почтовых ящиков.

6.8.1.2. Веб-платформа

Веб-платформа – специализированный сервер Интернет, предназначенный для телемедицинских процедур и оснащенный соответствующими функциями.

Веб-платформы являются весьма практичным и эффективным инструментом для телеконсультирования.

NB! С помощью веб-платформ возможно выполнение как синхронных, так и асинхронных телемедицинских консультаций.

Веб-платформа имеет следующие характерные компоненты:

- обязательная предварительная регистрация пользователей (с указанием профессионального статуса, места работы);
- авторизация пользователей, паролированный доступ;
- программные средства отправки, хранения, обработки медицинской информации, в частности изображений;
- программно-аппаратные средства обмена медицинской информацией.

Веб-платформа состоит из следующих разделов (рис.б.б-6.9):

1) Общий раздел – открыт для любого пользователя Интернет, содержит информацию о проекте, условия эксплуатации, контактную информацию и т.д.

2) Регистрация – содержит он-лайн анкету для регистрации нового пользователя.

3) Внутренний раздел – содержит средства для проведения телемедицинского консультирования, иногда также для дистанционного обучения (аналогично вебинару – см. главу «Дистанционное обучение»).

Управление процессом телеконсультирования на веб-платформе осуществляется модератором(ами) и ответственными экспертами, для которых обычно формируется расписание дежурств. Ключевым организационным отличием веб-платформы от неформального форума является гарантированность ответа эксперта на каждый запрос от врачей-абонентов.



Рисунок 6.6. Внутренний раздел веб-платформы TeleDerm (www.telederm.org)

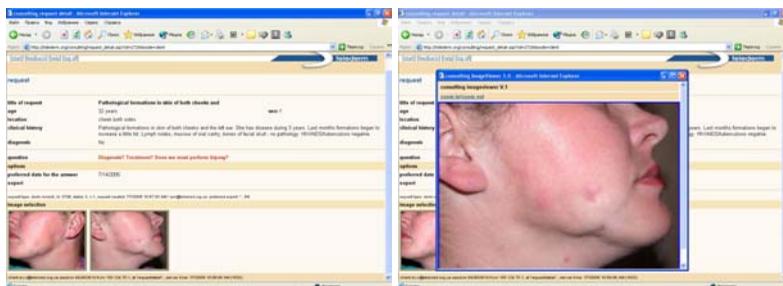


Рисунок 6.7. Представление клинического случая (дерматология) на веб-платформе TeleDerm

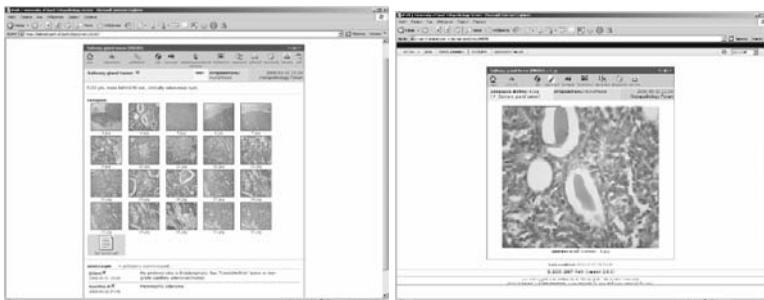


Рисунок 6.8. Представление клинического случая (патогистология) на веб-платформе iPath (www.ipath.ch)

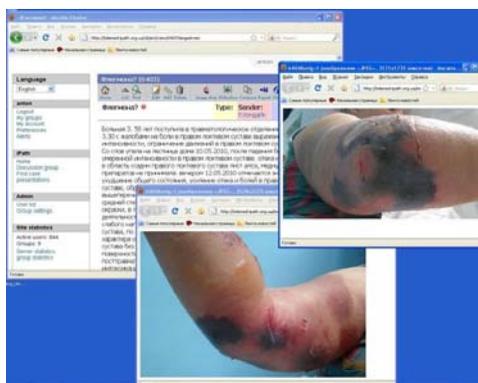


Рисунок 6.9. Представление клинического случая (хирургия) на веб-платформе iPath (украинская инсталляция), в отдельных окнах открыты диагностические изображения (www.telemed-ipath.org.ua)

В телемедицинских целях веб-платформы используются для решения следующих задач:

- асинхронное формальное телеконсультирование;
- синхронное формальное телеконсультирование;
- дистанционное обучение;
- ведение реестров (сахарный диабет, беременность и т.д.);
- асинхронное неформальное телеконсультирование (в тех случаях, когда веб-платформа поддерживается медицинским Интернет-сообществом).

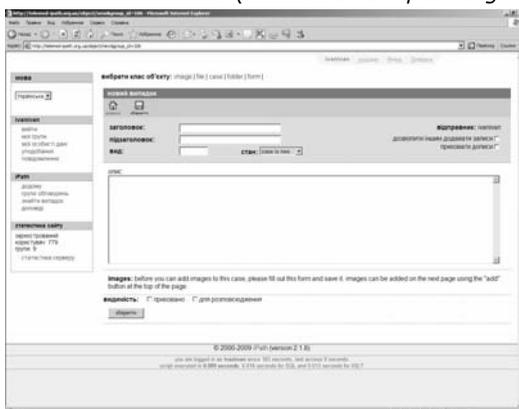
Общий сценарий телеконсультирования с использованием веб-платформы:

- 1) Врач-абонент подготавливает в цифровом виде совокупность медицинской информации для консультации (эпикриз,

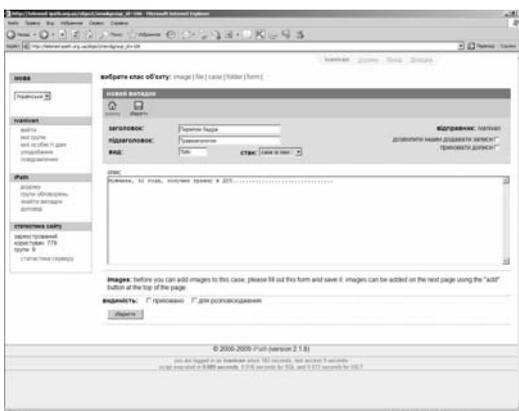
данные дополнительных методов обследования, вопросы к консультанту); осуществляется авторизированный доступ на платформу; данные помещаются на веб-платформе в виде так называемого клинического случая (clinical case) (согласно алгоритму на рис.6.10).

2) Модератор отслеживает появление нового клинического случая (в т.ч. благодаря функциям уведомления по SMS и/или e-mail) и информирует о нем дежурного эксперта либо консультирует самостоятельно.

Рисунок 6.10. Алгоритм создания клинического случая на веб-платформе для телемедицинской консультации (www.telemed-ipath.org.ua)

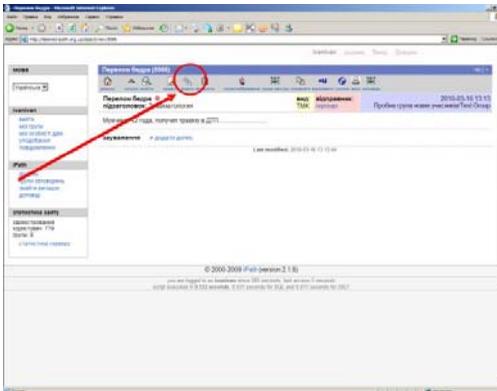


Выбор функции создания нового случая - открывается пустая форма

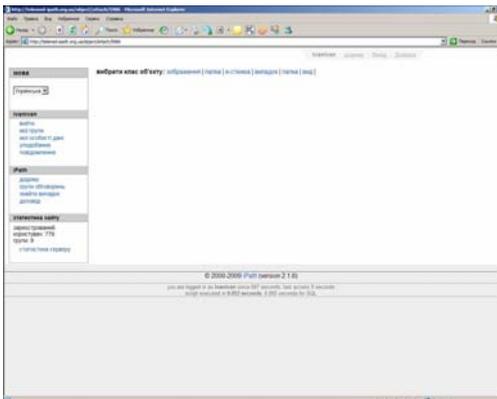


Ввод наименования (идентификатора) случая, ввод короткого эпикриза в виде текста

Продолжение рис.6.10



Выбор функции
вложения файлов



Выбор вида до-
бавляемого файла
(графический,
видео, архив и
т.д.)



Выбор и добавле-
ние файлов с ди-
агностической
визуализацией



Окончательный вид клинического случая (перинатология) на веб-платформе

3) Врач-эксперт осуществляет авторизованный доступ на платформу, знакомится с представленным клиническим случаем, при необходимости задает врачу-абоненту уточняющие вопросы.

4) Абонент отвечает на уточняющие вопросы (возможно, дополнительно размещает в «клиническом случае» затребованные данные).

5) Аналитическая работа консультанта.

6) Врач-эксперт формулирует и размещает на платформе заключение (которое может дублироваться в виде отдельного файла (заключение на бланке).

Безопасность телемедицинского консультирования на веб-платформе обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Размещением медицинской информации в анонимном виде.
3. Регистрацией и авторизованным доступом пользователей.
4. Антивирусной и антихакерской защитой сервера.

6.8.1.3. Видеоконференция

Видеоконференция (ВКС, синоним: телемост) – синхронное взаимодействие двух и более удаленных пользователей, при котором между ними производится обмен аудио- и видеoinформацией в реальном масштабе времени с помощью аппаратно-программных компьютерных средств.

В процессе видеоконференции все участники могут непосредственно наблюдать друг друга на мониторах собственных компьютеров или на широкоформатных экранах, происходит обмен аудио-, видеoinформацией, могут демонстрироваться результаты диагностических исследований, пациенты, манипуляции и т.д.

В телемедицинских целях видеоконференции используется для решения следующих задач:

- синхронное формальное телеконсультирование;
- телеприсутствие;
- организационно-управленческая работа (совещания);
- дистанционное обучение.

Общий сценарий синхронной телемедицинской консультации с использованием видеоконференц-связи.

Плановая или условно плановая клиническая ситуация (время подготовки к телеконсультации составляет более 1 часа):

1. Определение показаний к синхронной телемедицинской консультации.

2. Подготовка и оцифровка медицинской информации (эпикриз, результаты диагностических обследований, изображения *locus morbi*).

3. Отправка эксперту по электронной почте медицинской информации о пациенте и согласования сроков и организационных вопросов проведения видеоконференции.

4. Аналитическая работа эксперта.

5. Видеоконференция:

5.1. Дискуссия.

5.2.. Запрос дополнительных данных.

5.3. Демонстрация дополнительных данных, возможно демонстрация пациента.

5.4. Резюме эксперта (отдельно для пациента, отдельно – для лечащего врача), устная формулировка заключения.

6. Письменное оформление заключения (на бланке); отправка абоненту заключения (на бланке).

Экстренная клиническая ситуация (время подготовки к телеконсультации составляет менее 1 часа):

1. Определение показаний к синхронной телемедицинской консультации.

2. Согласование сроков и организационных вопросов проведения видеоконференции по телефону, SMS или веб-чату.

3. Видеоконференция:

3.1. Демонстрация пациента, *locus morbi*, медицинской документации.

3.2. Аналитическая работа эксперта.

3.3. Рекомендации по выполнению диагностических и лечебных манипуляций.

3.4. Контроль результатов и эффективности.

3.5. Резюме эксперта по диагнозу и дальнейшей тактике лечения, устная формулировка заключения.

4. Отправка абоненту заключения (на бланке) от эксперта.

NB! Обязательным является видеопротоколирование (съемка на видеокамеру, запись на видеомэгнитофон) процесса видеоконференции. Соответствующий файл(ы) сохраняется в архиве вместе с иной документацией, касающейся данной телемедицинской консультации.

Видеоконференции это эффективная технология для синхронного телемедицинского консультирования, которая является своеобразной «визитной карточкой» телемедицины в целом. Однако, в условиях крайне недобросовестного маркетинга и ограниченной информированности медицинских работников о различных аспектах телемедицинских систем именно видеоконференции зачастую становятся объектом разнообразных спекуляций и финансовых растрат. Для преодоления данной про-

блемы следует четко понимать возможности и ограничения видеоконференц-связи, а также знать способы (их различия, сильные и слабые стороны) технической реализации видеоконференций для телемедицинских целей.

Способы технической организации видеоконференций для телемедицинских целей:

1. Программный.

1.1. По стандарту H.32х.

1.2. По стандарту VoIP.

1.3. По стандарту производителя.

2. Аппаратно-программный.

2.1. По стандарту H.32х.

2.2. По стандарту VoIP.

2.3. По стандарту производителя.

3. Мобильный (по стандартам 3G и выше).

Программный способ реализуется на основе персональных компьютеров, снабженных веб-камерами, устройствами ввода-вывода звука и специальным программным обеспечением для проведения видеоконференций (рис.6.11-6.12).



Рисунок 6.11. Видеоконференция (синхронная телемедицинская консультация) с использованием программного способа технической реализации по стандарту VoIP (вывод изображения на широкоформатный экран)



Рисунок 6.12. Видеоконференция (синхронная телемедицинская консультация) с использованием программного способа технической реализации по стандарту H.32x (вывод изображения на монитор компьютера)⁴⁹

Вывод изображения осуществляется либо на монитор(ы) либо на широкоформатный экран (с помощью соответствующего кабеля или мультимедийного проектора). Данное программное обеспечение может использовать различные стандарты для обмена видео- и аудиоинформацией, чаще всего это H.32x или VoIP.

NB! К программному способу по стандарту VoIP наиболее часто предъявляются претензии по поводу небезопасности передачи медицинской информации, так как приложения, работающие по стандарту VoIP, используют открытые каналы связи. Данный тезис является ложным, так как открытые каналы связи могут использоваться при любом способе организации видеоконференций. Для обеспечения безопасности используется письменное согласие пациента. Наиболее оптимальным средством защиты медицинской информации при видеоконференциях является применение корпоративных медицинских сетей на основе VPN.

Аппаратно-программный способ реализуется на основе специальных устройств - терминалов, снабженных камерами, устройствами ввода-вывода звука и интегрированным программным обеспечением (кодеком) (рис.6.13-6.14). Вывод изображения осуществляется на широкоформатный экран. Кодеком может использовать различные стандарты для обмена видео- и аудиоинформацией, чаще всего это H.32x.

⁴⁹ Фотография из архива д-ра М.Ю.Сметанникова



Рисунок 6.13. Аппаратно-программный комплекс для видеоконференций – терминал с интегрированным кодеком и видеочамерой



Рисунок 6.14. Видеоконференция (синхронная телемедицинская консультация) с использованием аппаратно-программного способа технической реализации по стандарту H.32x⁵⁰

Мобильный способ реализуется на основе двух и более мобильных (сотовых) телефонов, смартфонов или коммуникаторов, снабженных фронтальными видеочамерами. Вывод изображения осуществляется на экран соответствующего устройства. Для передачи данных используются стандарты сотовой связи 3G и выше.

Некоторые производители как программных, так и аппаратно-программных средств видеоконференц-связи разрабатывают собственные либо модернизируют общеизвестные стандарты для обмена данными. Однако подобный подход крайне ограничивает интероперабельность подобных систем, что негативно

⁵⁰ Источник иллюстрации (рис.6.13-6.14) – Tandberg Corp.-www.tandberg.com, на рисунке изображена система Edge MXP™

сказывается на маркетинге. В реальной практической телемедицине подобные комплексы встречаются крайне редко.

В реальной клинической практике наиболее часто встречаются три способа технической реализации видеоконференций: аппаратно-программный по стандарту H.32х, программный по стандарту H.32х, программный по стандарту VoIP. В таблице 6.2 представлен сравнительный анализ данных способов.

Таблица 6.2. Сравнительный анализ наиболее часто используемых способов технической реализации видеоконференций

Способ реализации	Цена	Сложность использования	Стабильность работы	Рутиное использование	Техническая поддержка	Специальное оборудование
Программный (H.32х)	Средняя	Средняя	Высокая	Да	При первичной установке	Не требуется
Программный (VoIP)	Низкая	Низкая	Средняя	Да	Не требуется	Не требуется
Аппаратно-программный (H.32х)	Высокая	Высокая	Средняя	Нет	Постоянная	Требуется

**- имеется в виду возможность применения любым медицинским работником в любом лечебно-профилактическом учреждении без привлечения технического персонала*

Исходя из данных таблицы 6.2. предлагается следующий дифференциальный подход к использованию различных способов технической реализации видеоконференций (табл.6.3).

Аппаратно-программный (H.32х) способ оптимален для построения крупных государственных и международных сетей, которые связывают лечебно-профилактические учреждения национального уровня (специализированные центры, университетские клиники, научно-исследовательские институты и т.д.) и органы управления здравоохранением (министерства, областные управления и т.д.). Также данный способ оптимален для приме-

нения в медицине катастроф (мобильные комплексы) и для реализации телеприсутствия (с помощью роботизированных комплексов – см. главу «Телеприсутствие»).

Программный способ Н.32х – наиболее эффективен для любого лечебно-профилактического учреждения. Его характеризуют сочетание низких финансовых затрат на внедрение, технической простоты инсталляции и эксплуатации, интероперабельности и стандартности, а также высокой клинической эффективности.

Таблица 6.3. Дифференциальный подход к использованию различных способов технической реализации видеоконференций

Место и сфера применения	Способ реализации		
	Программный (Н.32х)	Программный (VoIP)	Аппаратно-программный (Н.32х)
Национальные и международные телемедицинские сети	-	-	+
Лечебно-профилактические учреждения III уровня медико-санитарной помощи	+	-	+
Лечебно-профилактические учреждения II уровня медико-санитарной помощи	+	+	-*
Лечебно-профилактические учреждения I уровня медико-санитарной помощи	+	+	-*
Медицина катастроф	-	-	+
Телеприсутствие	-	-	+
Дистанционное обучение	+	+	+

* - применение возможно только в случае реализации телеприсутствия

Стоимость лицензионного программного обеспечения для данного способа составляет около 100 евро, при этом не требуется приобретения специального оборудования – внедрение ви-

деоконференц-связи происходит на основе уже существующей ИТ-инфраструктуры или с минимальными затратами. Важным преимуществом программных способов реализации является то, что для их внедрения не требуется специального оборудования (терминалов и проч.). Лечебно-профилактическому учреждению достаточно приобрести лицензионное либо установить бесплатное программное обеспечение на уже имеющиеся в наличии компьютеры, откорректировать параметры канала Интернет и приобрести или использовать уже имеющиеся веб-камеры. Это самый финансово и технически доступный способ реализации видеоконференций.

NB! На данном этапе развития технологий оптимальным техническим решением для проведения видеоконференций в рутинной лечебно-диагностической работе следует считать программный способ по стандарту H.32х. Способ представляет собой оптимальное сочетание цены, качества, доступности и клинической эффективности.

Также, важно отметить, что пользователь с комплектом оборудования для программных видеоконференций по стандарту H.32х может свободно подключаться к аппаратно-программным комплексам (терминалам), поддерживающим этот же стандарт. Таким образом, может быть организована телемедицинская сеть, использующая различные по себестоимости и сложности эксплуатации телемедицинские рабочие станции в различных (по уровню медико-санитарной помощи, форме собственности, финансированию) лечебно-профилактических учреждениях.

Программный способ VoIP представляет собой решение, оптимальное в условиях ограниченных ресурсов, для связи с медицинскими учреждениями в сельской местности и на начальном этапе внедрения телемедицины (для обучения персонала, внедрения телемедицинских навыков в рутинную лечебно-диагностическую работу).

Телекоммуникационные средства для проведения видеоконференций: IP (открытый канал), IP (закрытый канал - VPN), ISDN, 3G и выше.

NB! Качество изображения при видеоконференции практически не зависит от скорости передачи данных. При скорости

512 кб/с и выше определяющим фактором является реальная синхронность канала и отсутствие задержек в передачи пакетов. Применение корпоративных медицинских сетей на основе VPN позволяет достичь максимального качества видеозображения даже на относительно низких скоростях (менее 1 мб/с).

В клинической практике наиболее часто используется IP-каналы, при этом эталоном следует считать проведение программной видеоконференции по стандарту H.32x с использованием VPN (закрытого IP-канала).

Способы организации видеоконференций для телемедицинских целей: 1) точка-точка, 2) многоточечный.

В первом случае в видеоконференции участвуют два удаленных лечебно-профилактических учреждения, во втором – более двух.



Рисунок 6.15. Многоточечные видеоконференции⁵¹



Рисунок 6.16. Стационарный комплекс для видеоконференц-связи (видеостудия)⁵²

Многоточечные видеоконференции (рис.6.15) используются для проведения телеконсилиумов, когда несколько экспертов из различных медицинских центров одновременно дистанционно консультируют одного пациента. Также многоточечные видеоконференции являются эффективной технологией для дистан-

⁵¹ Источник иллюстрации – ОАО МТС.-www.mts.com.ua

⁵² Источник иллюстрации - Рыжов А.А. Три составляющие дистанционного обучения в системе последиplomной подготовки // Зб. наук. ст. «Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики».- Вип. XVI.-Запоріжжя, Видавництво ЗДМУ, 2006.- С.16-28.

ционного обучения (одновременная трансляция лекций, семинаров, конференций, хирургических операций и т.д.) для нескольких территориально распределенных аудиторий. Собственно комплексы оборудования с помощью которого производится видеоконференц-связь могут быть стационарными (видеостудия – рис.6.16) или мобильными, последние в свою очередь могут представлять: коммуникаторы, портативные комплексы (кейсы) или передвижные станции (в том числе на роботизированном шасси). Передвижные станции на роботизированном шасси используются для реализации не только телемедицинских консультаций, но для полноценного телеприсутствия эксперта в удаленном лечебно-профилактическом учреждении (рис.6.17).



Рисунок 6.17. Мобильные комплексы для видеоконференц-связи: а - передвижная станция, б - передвижная станция на роботизированном шасси⁵³

Портативные комплексы (кейсы) используются в медицине катастроф (для организации видеоконференций из очагов экологических, техногенных и гуманитарных катастроф), а также в транспортной медицине (рис.6.18). Иногда подобные кейсы могут снабжаться комплектом цифровых диагностических устройств (электрокардиографом, тонометром, пульсоксиметром и т.д.). В экстремальных ситуациях могут использоваться и упрощенные варианты портативных комплексов в виде специально

⁵³ Источник иллюстрации – GlobalMedia Corp.- www.ivci.com (на рисунке изображена система GlobalMedia Mobile Medical Cart на базе системы Polycom), InTouch Corp.- www.intouchhealth.com (на рисунке изображена система серии RP InTouch Health™)

адаптированных и защищенных видеокамер – в данном случае терминал и камера инженерно объединены в один корпус.



Рисунок 6.18. Портативный комплексы для видеоконференц-связи в экстремальных условиях: а-кейс, б - кейс со встроенным набором диагностических устройств, в – комплекс-камера⁵⁴



Рисунок 6.19. Синхронная телемедицинская консультация - видеоконференция с использованием программного способа технической реализации по стандарту H.32х⁵⁵

Мобильные видеоконференции по стандартам 3G и выше в настоящее время используются относительно редко, основным направлением их использования является догоспитальный этап оказания неотложной помощи. При этом производится видео-

⁵⁴ Источник иллюстрации (а,в) – Tandberg Corp.-www.tandberg.com, на рисунке изображена система Tactical MXP™, с - NASA.-www.nasa.gov.

⁵⁵ Фотография предоставлена администрацией Областной клинической больницы им.Мечникова, г.Днепропетровск

трансляция пациента, locus morbi и процесса проведения экстренных манипуляций (сердечно-легочной реанимации, иммобилизации и т.д.) эксперту с целью уточнения диагноза, повышения качества и объемов догоспитальной помощи. Видеоконференции (видеотелефония, VoIP, стандарты разработчиков и т.д.) применяются также в системах домашней телемедицины для регулярного телепатронажа (телевизитов), поддержки пациентов, получающих паллиативную терапию, в экстренных случаях.

Безопасность телемедицинского консультирования с использованием видеоконференций обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Использованием закрытых каналов связи (корпоративных медицинских сетей на основе VPN).
3. Пересылкой медицинской информации в анонимном виде.
4. Пересылкой медицинской информации в виде зашифрованных файлов, защищенных электронной цифровой подписью.
5. Антивирусной и антихакерской защитой.

6.8.1.4. Клиент-серверные решения

Клиент-серверные решения – удаленный доступ эксперта к полной медицинской информации данного пациента, находящейся в защищенной базе данных.

Телемедицинское консультирование может быть организовано путем открытия доступа врачу-эксперту к базе данных медицинской (госпитальной) информационной системы, PACS-системы либо базе данных специализированного сервера.

В подобных случаях на компьютере врача-эксперта должно быть установлено клиентское программное обеспечение, позволяющее подключиться к удаленному серверу, выбирать, открывать и, в ряде случаев, редактировать, медицинские документы и диагностические изображения. Иногда для удаленного доступа используется веб-интерфейс, как правило его функциональные возможности минимальны.

В телемедицинских целях удаленное подключение эксперта используется для решения следующих задач:

- асинхронное формальное телеконсультирование (в том числе – интерпретация результатов радиологических исследований);
- синхронное формальное телеконсультирование;
- предоставление эксперту полной информации о пациенте перед видеоконференцией (синхронной телеконсультацией);
- независимый аудит качества лечебно-диагностической работы.

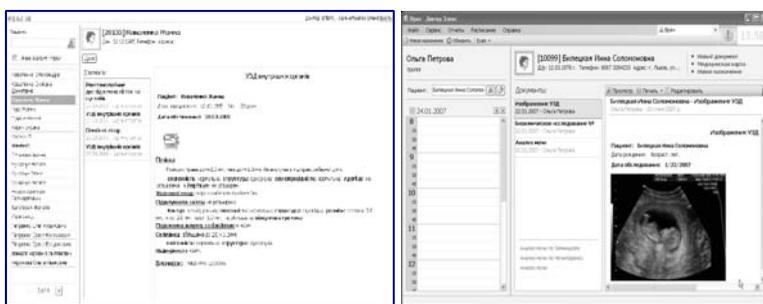


Рисунок 6.20. Удаленный доступ: а - к истории болезни в медицинской информационной системе; б - к результатам обследования пациента, находящимся в PACS⁵⁶

С конца 1990х годов довольно часто разрабатывались специальные сервера, содержащие базы данных с медицинской информацией (электронные истории болезни), а также клиентское программное обеспечение для удаленного доступа. Однако в настоящее время подобные решения используются крайне редко – они были вытеснены веб-платформами и полноценными медицинскими информационными системами.

Организация удаленного доступа эксперта к PACS-системам является одной из уникальных возможностей современной телемедицины, которая позволяет решить кадровые проблемы здравоохранения, организовать дистанционное обслуживание квалифицированными врачами произвольного количества лечебно-профилактических учреждений. Данный под-

⁵⁶ Источник иллюстрации – Eleks Software.-www. doctor.eleks.com, на рисунке изображена система «Доктор Элекс»™

ход является основным для современной телерадиологии. С помощью удаленного доступа к PACS эксперт-радиолог может в течение 15-30 минут интерпретировать результаты радиологического исследования, проведенного в любом лечебно-профилактическом учреждении обслуживаемой территории (см. главу «Телерадиология»).

Определенной разновидностью клиент-серверного решения для телеконсультирования можно считать удаленный доступ к диагностической аппаратуре, когда эксперт самостоятельно дистанционно управляет данным устройством (роботизированным микроскопом, сонографом и т.д.). Подробнее см. главы «Телепатология», «Телеассистирование».

Безопасность телемедицинского консультирования с использованием клиент-серверных решений обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Использованием закрытых каналов связи (корпоративных медицинских сетей на основе VPN).
3. Авторизированным доступом к базе данных.
4. Контролем сетевого адреса, с которого осуществляется удаленное подключение.
5. Антивирусной и антихакерской защитой.

6.8.2. Вспомогательные инструменты

6.8.2.1. Веб-чат (микроблоггинг)

Веб-чат – система обмена короткими текстовыми сообщениями с помощью специального программного обеспечения или через веб-сайт.

Для передачи данных в веб-чатах используется протокол IP. Наиболее часто используется программное обеспечение ICQ (и его аналоги, например, QIP и др.), а также – приложения для работы по VoIP протоколу (Skype, ooVoo и др.). Для общения в режиме чата наиболее часто используются сайты социальных сетей (в настоящее время наиболее популярен Twitter – сайт для микроблоггинга, на котором практически отсутствует графика, что значительно упрощает и ускоряет работу с данной систе-

мой). Также используется интегрирующее программное обеспечение, позволяющее работать с несколькими веб-чатам одновременно.



Рисунок 6.21 Реальновременная поддержка при выполнении телехирургических вмешательств с использованием услуги микроблоггинга социальной сети Twitter⁵⁷

В телемедицинских целях веб-чаты и сайты микроблоггинга (в частности Twitter) используются для экстренного согласования необходимости проведения синхронной телеконсультации (видеоконференции), телеконсультаций пациентов по самообращению, в домашней телемедицине – для амбулаторного сопровождения пациентов (ведение персональных дневников здоровья, поддержка в программах снижения веса, контроль диеты, контроль болевого синдрома, отслеживание психического статуса и т.д.), информирования и обучения пациентов и их родственников; а также - для обмена медицинскими новостями, актуальной профессиональной информацией, данными о вакансиях, курсах постдипломного обучения, конференциях, для межврачебного общения по общим медицинскими вопросам, ведения реальновременного блога с медицинских конференций, общение врача со средним медперсоналом по не-ургентным вопросам, напоминания пациенту о сроках визита к врачу (дате и времени назначенного обследования), для реальновременной поддержки при выполнении телехирургических вмешательств и т.д.

⁵⁷ Источник иллюстрации - Twitter-Surgery - www.ihealthbeat.org/Articles/2009/2/10/Hospital-Uses-Twitter-To-Provide-RealTime-Updates-on-Surgery.aspx.

Безопасность телемедицинского использования веб-чатов и микроблоггинга обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Пересылкой медицинской информации в анонимном виде.
3. Использованием функции «прямого общения» (direct messaging).

6.8.2.2. Мобильные сообщения

SMS (Short Message Service) - услуга мобильной (сотовой) телефонии по обмену короткими текстовыми сообщениями (буквенно-цифровыми и текстовыми объемом до 160 знаков) между мобильными телефонами абонентов сети.

MMS (Multimedia Messaging Service) – услуга мобильной (сотовой) телефонии по обмену мультимедийными сообщениями (в том числе изображениями, аудио- и видеороликами) между мобильными телефонами абонентов сети.

В телемедицинских целях SMS применяется для экстренного согласования необходимости проведения синхронной телеконсультации, амбулаторного сопровождения пациентов, напоминания пациенту о сроках визита к врачу (дате и времени назначенного обследования) и т.д. Необходимо отметить, что SMS используется как мощное средство информационной поддержки, проведения эпидемиологических и превентивных мероприятий.

В телемедицинских целях MMS применяется для синхронного телеконсультирования (в клинической и домашней телемедицине). Мобильный телефон для проведения телеконсультаций с использованием SMS и MMS должен иметь: встроенную цифровую фотокамеру, активированную услугу обмена мультимедийными сообщениями, доступ в Интернет.

Отметим также, что формат SMS и MMS сообщений используется в телемедицинском приборостроении для пересылки данных, зафиксированных диагностическими и прочими устройствами (электрокардиографами, аппаратами для гемодиализа и т.д.) в центр мониторинга. Наиболее часто телемедицинские консультации на основе комплексного применения SMS и MMS

используются в экстренных ситуациях (для быстрого получения рекомендаций относительно неотложной помощи, общей тактики ведения пациента), для согласования необходимости вызова врача-специалиста и решения организационных вопросов (срочность и сроки госпитализации). Наиболее широко данная технология применяется в травматологии и ортопедии, комбустиологии, микрохирургии, дерматовенерологии, челюстно-лицевой хирургии. Диагностическая ценность телеконсультирования с использованием SMS и MMS колеблется в широких пределах в зависимости от совокупности самых разнообразных факторов (качество цифровой фотосъемки, параметры монитора и встроенной фотокамеры и т.д.) (рис.6.22-6.23).

NB! Телеконсультирование с использованием MMS является ориентировочным, предварительным, оно предшествует полноценной клинической телемедицинской консультации (видеоконференция, веб-платформа, электронная почта и проч.) либо очному визиту врача-консультанта. Основная задача телеконсультирования с использованием MMS – это принятие стратегического решения о дальнейшем ведении данного пациента (объем неотложной помощи, необходимость срочной госпитализации, вызова эксперта и т.д.).



Рисунок 6.22. Оцифрованная медицинская информация на экране мобильного телефона (рентгенограмма, locus morbi)



Рисунок 6.23. Использование встроенной фотокамеры мобильного телефона для оцифровки медицинской информации⁵⁸

Общий сценарий телеконсультирования с использованием мобильных сообщений:

1. Определение показаний к проведению телеконсультации.
2. Согласование проведения телеконсультации с экспертом (голосовая связь или SMS).
3. Оцифровка медицинской информации с помощью встроенной в мобильный телефон, смартфон, коммуникатор фотокамеры (рентгенограммы, томограммы, общего вида больного, locus morbi); набор сопроводительного текста с помощью клавиатуры телефона.
4. Отправка серии MMS.
5. Аналитическая работа консультанта.
6. Дискуссия (голосовая связь или SMS), резюме эксперта.
7. Протоколирование телеконсультации, отправка заключения (на бланке) абоненту по электронной почте.

Безопасность телемедицинского консультирования с использованием MMS обеспечивается следующими методами:

1. Письменным информированным согласием пациента, оформленным согласно требованиям национальной юридической системы.
2. Пересылкой медицинской информации в анонимном виде.

⁵⁸ Источник иллюстрации (первая фотография) - Archbold HA, Guha AR, Shyamsundar S, McBride SJ, Charlwood P, Wray R. The use of multi-media messaging in the referral of musculoskeletal limb injuries to a tertiary trauma unit using: a 1-month evaluation. Injury. 2005 Apr;36(4):560-6.

6.8.2.3. Файловые сервер и протокол

Файловые сервер и протокол (file transfer protocol (FTP)) - сетевая услуга, предназначенная для обмена файлами через удаленный сервер.

Данная методика используется как вспомогательная при телеконсультировании: файлы большого размера с диагностической информацией (как правило это результаты томографических исследований объемом от 600 мегабайт и выше) размещаются на файловом сервере; абонент сообщает эксперту консультанту адрес и пароль для доступа к данным. В настоящее время подобная технология используется редко, в основном в телерадиологических системах (закрытые корпоративные FTP-серверы) и при самообращении пациентов (открытые FTP-серверы).

6.8.2.4. Аудиосвязь

Аудиосвязь – дву- или многосторонняя голосовая связь посредством использования радио или телефонии (кабельной, мобильной/сотовой).

Применение данной технологии ограничено инструктажом на догоспитальном этапе и применением в морской медицине (для простейших медицинских консультаций и инструктажа экипажей кораблей, находящихся в плавании). После предварительного предоставления эксперту выписки из истории болезни, диагностических изображений и иных данных с помощью, например, электронной почты собственно обсуждение клинического случая может быть проведено по телефону.

NB! В настоящее время использование только телефонной голосовой связи (без обмена медицинской информацией, изображениями, данными телеметрии и т.д.) для телеконсультирования на госпитальном этапе является неэффективным и полностью устаревшим.

6.9. Документирование телемедицинской консультации

Телемедицинское консультирование документируется аналогично рутинными лечебно-диагностическим мероприятиям. Соответствующие заполненные формы медицинской отчетной до-

кументации вносятся в карты стационарных (амбулаторных) больных, сохраняются в архивах лечебно-профилактических учреждений. Целесообразным является ведение электронного архива, содержащего полные материалы для каждой телеконсультации, проведенной в данном отделении или медицинском учреждении в целом.

Додаток 1
до п. 4.3.2. Принятого положення про
взаємодію телемедических центрів та закладів
охорони здоров'я

ЗАЯВКА № _____ від _____
НА ПРОВЕДЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЧЕСЬКОЇ КОНСУЛЬТАЦІЇ

1. Заявка направляється в _____ центр телемедицини
(найменування медичної установи)

2. Пацієнт (Код): _____

3. Стать: Ч/Ж: _____

4. Місце проживання (біляхресити потрібні): область, місто, село

5. Діагноз при направленні: _____

6. Ціль консультації (біляхресити потрібні): діагностика захворювання, уточнення
діагнозу й лікування, консультація щодо курсиві хворого, можливість госпіталізації, іше-
мічний інсульт

7. Вид консультації (біляхресити потрібні: перинатальна / повторна, планова / екстрена)

8. Свій зв'язок: ISDN _____ ТСП IP _____ електронна
пошта _____

9. Консультація проводиться (біляхресити потрібні): - лікарем,
- лікарем у присутності хворого / особі, що діє в його інтересах,
іше (вказати) _____

10. Вимоги до консультанта: П.І.Б. спеціаліста вченй ступінь _____

11. Період надіслати документи й провадити дослідження, що наділяться: _____

12. Опис клінічного випадку та питання до консультанта: _____

13. Крайовий час проведення консультації: _____ час

14. П.І.Б. відповідальній особі, що направила заявку _____

15. П.І.Б. лікаря _____

16. Найменування, адреса й тел. лікувального закладу _____

17. Прислати
Службовий інформаційний ТМЦ _____

18. Дата прийому заявки: _____ в. № заявки _____

19. Сторінка ТМЦ (П.І.Б., підпис) _____

20. Діагностичний ТМЦ (П.І.Б., підпис) _____

21. Відомості про можливість виконання заявки (біляхресити потрібні): так / ні
отримати заявку _____

22. Завданій консультант: П.І.Б. _____
посада _____ вч ступінь _____ підрозділ _____

23. Дата проведення консультації: _____

24. Прислати: _____

Додаток 2
до п. 4.3.2. Принятого положення про
взаємодію телемедических центрів та
закладів охорони здоров'я

**Примірня структура опису клінічного випадку, що направляється в заклад
для проведення телемедическої консультації**
(у випадку відправлення зашти засобами електронної пошти)

Опис клінічного випадку повинен містити в собі наступні відомості:

1. Загальні відомості про пацієнта:
- Вік
- Стать
- Місце проживання (область, місто, село)

2. Стан пацієнта:
- Скарги
- Анамнез захворювання
- Анамнез життя
- Сімейний анамнез

3. Опис органів і систем (середньо-суб'єктив, невролог, опорно-руховий, внутрішньо-
органичний, урологічний та інші)

4. Дані фізикального обстеження (пульс, зріст, вага, температура,
артеріальний тиск, частота дихання та інші)

5. Додаткові відомості про пацієнта (забарвлення, соціальні захворювання,
лікарства)

6. Дані загальних методів обстеження (результати лабораторних досліджень,
ЕКГ тощо)

7. Результати медичних зображень у електронній формі та висновки, отримані
після проведення діагностичних досліджень (рентгенографія, МРТ тощо)

8. Дані спеціальних методів дослідження

9. Диагноз

10. Слідкування лікування на момент консультації

11. Список присланих файтів з результатами клінічних і лабораторних
досліджень, медичних зображень

Додаток 3
до п. 4.6.2. Принятого положення про
взаємодію телемедических центрів та закладів
охорони здоров'я

(ПОВНА НАЗВА ЗАКЛАДУ)
Назва відділу, що проводить телемедическі консультації
Регістраційний заклад (адреса, телефон, факс, пошта)
e-mail: _____

ВИСНОВОК КОНСУЛЬТАНТА

Дата: _____ Час: _____

Свій зв'язок: ISDN _____ ТСП IP _____ електронна пошта _____

Пацієнт (Код): _____

Консультант: П.І.Б. _____
посада _____ вч ступінь _____
підрозділ _____ тел. _____

Результат консультації:
(Відомості на підставі даних й запитів на проведення консультації (патологія відсутня)
німають):

- необхідний відішок з ендокринної медическої заклади для проведення диференційної
діагностики з альтернативним діагностичним підходом;
- відішок з об'єктивними або суб'єктивними причинами, за яких відішок сформований
німається;
- необхідні додаткові діагностичні заклади на цій лінійці проведення;
- існують рекомендації з лікування (специфічної / профілактичної мети) для
найбільш ефективного лікування – рекомендації щодо проведення лікування, стан
приматності курсу лікування – якщо операції, що
реалізується, призначена медическа установка, де можливо провести лікування. Для
максимальної ефективності рекомендацій щодо лікування – спільно з іншими відішоками;
- відішок відішок, які можуть бути важливі для медическої діагностики у ендокринній
заклади щодо повноти та якості наданих матеріалів;
- відішок на дані, необхідні для консультативних заклади.

Дата заповнення: _____

Підпис консультанта: _____

Примітки:
На електронній формі висновку – електронно-цифровий підпис консультанта медическої
установи, яка надіслала консультативні дані (можливо з використанням електронного
підпису) і медическої медическої установи, яка відішок консультативні.

Додаток 3
до п. 4.6.2. Принятого положення про
взаємодію телемедических центрів та
закладів охорони здоров'я

Журнал реєстрації телемедических консультацій

№	Дата проведення	Назва медическої установи	Ініціалі пацієнта	Вік	Стать	Вид консультації	Спеціалізація	Висновок консультанта	Дата проведення консультації	Примітки

Рисунок 6.24. Примеры форм медицинской учетной документации для протоколирования телемедицинских консультаций (согласно приказу Министерства здравоохранения №261 от 26.03.2010 «Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я»)

Для документирования телемедицинских консультаций используется такой примерный список документов:

- направление на телемедицинскую консультацию,
- выписка из медицинской карты амбулаторного (стационарного) больного для телемедицинской консультации,
- запрос на телемедицинскую консультацию,
- дневник учета работы телемедицинского кабинета (центра),
- журнал регистрации телемедицинских сеансов,
- телемедицинский консультативный вывод специалиста,
- информированное согласие пациента на проведение телемедицинской консультации,
- расписка о неразглашении медицинской тайны для сотрудников телемедицинских центров (кабинетов), которые не имеют медицинского образования.

В Украине протоколирование телемедицинских консультаций осуществляется согласно приказу Министерства здравоохранения №261 от 26.03.2010 «Про впровадження телемедицини в закладах охорони здоров'я».

Согласно данному приказу используются следующие виды документов:

- заявка на проведение телемедицинской консультации,
- примерная структура описания клинического случая, который направляется в заявку для проведения телемедицинской консультации,
- журнал регистрации телемедицинских консультаций,
- заключение консультанта.

NB! Важным моментом является протоколирование (аудио-, видеозапись) процесса синхронных телемедицинских консультаций, особенно видеоконференций. Подобные аудио-, видео-протоколы должны сохраняться в архиве вместе с остальными материалами телеконсультации. При использовании теле-ЭКГ для протоколирования следует использовать диктофонную аудиозапись разговора эксперта и абонента.

Глава 7. Биотелеметрия и телемониторинг

То, что мы пока не можем телеграфировать схему человека из одного места в другое, связано, в основном, с техническими трудностями

Норберт Винер

7.1. Определение и задачи

Биотелеметрия (биорадиотелеметрия) – дистанционная регистрация динамики физиологических параметров.

Термин «биотелеметрия» был введен академиком Василием Парин в начале 1960х годов.



Рисунок 7.1. Академик В.В.Парин – основоположник космической медицины и биотелеметрии

Телемониторинг - длительное наблюдение, оценка и прогнозирование течения патологических процессов на основе данных постоянной биотелеметрии.

Телемониторинг по-сути и представляет собой клиническую биотелеметрию.

Биотелеметрия обеспечивает дистанционное исследование биологических явлений и измерение биологических показателей. На изучаемом объекте укрепляются датчики, сигналы которых, характеризующие различные физиологические процессы (кровообращение, дыхание, движения и т.д.), передаются по каналам связи (обычно - радио) и регистрируются на пункте приё-

ма информации. Также с помощью биотелеметрических система возможна передача сигналов о процессах, происходящих во внутренних органах объекта, для этого используются миниатюрные импланты или радиозонды (радиокапсулы).

Критично важной функцией биотелеметрии является возможность регистрации динамики физиологических параметров объекта в процессе выполнения им произвольной активности (трудовой, спортивной, повседневной и т.д.).

Наиболее часто биотелеметрические системы применяются в аэрокосмической, военной, клинической и спортивной медицине, при изучении профессиональных заболеваний, в медицине катастроф.

7.2. Классификация биотелеметрических систем

Согласно классификации Р.В.Унжина, 1963 [119] выделяют следующие виды биотелеметрии:

1. Дистанционная:
 - 1.1. Бортовая (малая).
 - 1.2. Стационарная.
2. Динамическая.
3. Эндорадиозондирование.
4. Ретрансляционная.

Согласно классификации Р.М.Баевского, 1965 [3] выделяют следующие виды биотелеметрических систем:

I. По взаимоотношению объекта исследования, передатчика и приемника:

1. Взаиморасположение объекта исследования и передатчика

1.1. Передатчик находится на небольшом расстоянии от объекта.

1.2. Передатчик находится внутри объекта.

2. Взаимоотношение передатчика и приемника:

2.1. Передатчик и приемник взаимно неподвижны.

2.2. Передатчик или приемник перемещаются.

II. По области применения.

1. По исследуемой системе организма

1.1. Радиопульсофон.

1.2. Радиоэлектроэнцефалограф.

- 1.3. Радиоэлектрокардиограф.
- 1.4. Радиоспирометр
- 1.5. Радио-..... etc
- 2 По отрасли биологии и медицины:
 - 2.1. Спортивная биотелеметрия.
 - 2.2. Космическая биотелеметрия.
 - 2.3. Военная биотелеметрия.
 - 2.4. Экспериментальная биотелеметрия etc.

III. По техническим критериям.

- 1. Способ передачи информации.
 - 1.1. Радио.
 - 1.2 Проводная связь.
 - 1.3. Свет.
- 2. Способ питания передатчика.
 - 2.1. Автономное.
 - 2.2. Индуктивное.
- 3. Способ управления передатчиком.
 - 3.1. Ручное.
 - 3.2. Автоматическое.

Согласно классификации И.Н.Спиридонова, 1994 [115] выделяют следующие виды биотелеметрических систем:

I. По назначению:

- 1. Системы передачи информации о биологическом объекте.
- 2. Системы слежения.

II. По техническим характеристикам:

- 1. По радиусу действия:
 - 1.1. Сверхближнего (<1 м).
 - 1.2. Ближнего (1-100 м).
 - 1.3. Среднего (100-5000 м).
 - 1.4. Дальнего (5 км-50 км).
 - 1.5. Сверхдальнего (>50 км).
- 2. По режимам работы:
 - 2.1. Непрерывный (энергозатратный).
 - 2.2. Эпизодический (экономичный).
- 3. По виду питания:
 - 3.1. Внешние.
 - 3.2. Автономные.
 - 3.3. Пассивные.

- 3.4. Индуктивные.
- 3.5. Биологические.
- 4. По сигналу:
 - 4.1. Непрерывный.
 - 4.2. Импульсный по времени.
 - 4.3. Импульсный по времени и по уровню.
- 5. По частотному диапазону:
 - 5.1. СДВ.
 - 5.2. ДВ.
 - 5.3. СВ
 - 5.4. КВ.
 - 5.5. УКВ.
 - 5.6. ОД.
- 6. По числу каналов:
 - 6.1. Одноканальные.
 - 6.2. Многоканальные.
- 7. По виду уплотнения:
 - 7.1. Временные.
 - 7.2. Частотные.
 - 7.3. Амплитудные.
 - 7.4. По форме импульсов.

III. По взаимному расположению биологического объекта, передатчика и приемника:

- 1. Динамические.
- 2. Подвижные.
- 3. Стационарные.

Системы телемониторинга можно классифицировать следующим образом:

- 1. Системы внутрибольничного телемониторинга.
- 2. Системы бытового телемониторинга:
 - 2.1. Телемониторинг сигналов.
 - 2.2. Телемониторинг изображений.
- 3. Системы мобильного телемониторинга.

Бытовой телемониторинг представляет собой компонент домашней телемедицины (см. главу «Домашняя (индивидуальная) телемедицина»).

Мобильный телемониторинг служит для клинической биотелеметрии во время транспортировки пациента, либо применя-

ется как элемент домашней, точнее индивидуальной телемедицины (в тех случаях, когда пациент продолжает вести активный образ жизни, осуществляет трудовую деятельность, часто находится за пределами дома).

Системы внутрибольничного телемониторинга более подробно рассмотрены в главе «Частные виды биотелеметрии».

7.3. Строение биотелеметрических систем

С технической точки зрения биотелеметрические системы имеют следующие особенности (по Спиридонову, 1994):

- элементы (датчики) биотелеметрической системы оказывают психофизиологическое влияние на человека,
- наличие дополнительных помех (физиологические, артефактные и т.д.),
- малогабаритность,
- помехоустойчивость.

В общем виде классическая биотелеметрическая система состоит из трех компонентов:

- «прибора пациента»,
- «прибора исследователя»,
- линии связи.

«Прибор пациента» (передающее устройство) включает в себя датчики, шифраторы, иногда датчик географического позиционирования, усилители и, собственно, передающий блок (радио, Wi-Fi, bluetooth, SMS и т.д.). Основные требования к «прибору пациента»: малый вес и объем, надежность при длительном непрерывном использовании, отсутствие помех выполнению обязательных и повседневных действий, возможность длительной клеевой фиксации датчиков, устойчивость к действию динамических факторов деятельности.

«Прибор исследователя» (приемная станция) включает в себя принимающее устройство, дешифраторы, анализаторы, средства отображения. В современных биотелеметрических системах «прибор исследователя» это по-сути персональный компьютер с приемным устройством, оснащенный специальным программным обеспечением (база данных, средства фильтрации сигнала, графический интерфейс, средства анализа и прогнозирования развития и т.д.).

Передающее устройство закрепляется на обследуемом. Устанавливается постоянная или периодическая связь между «прибором пациента» и приемной станцией; обследуемый выполняет определенный вид деятельности. Передающее устройство осуществляет постоянную фиксацию определенных физиологических параметров, их шифрование и пересылку; «прибор исследователя» осуществляет прием, дешифрование и обработку полученной информации (накопление, вывод на монитор, математический и экспертный анализ и т.д.).

На рис. 7.2 приведена типичная современная универсальная телеметрическая система, которая может использоваться в гражданской (домашняя, индивидуальная телемедицина), спортивной, военной медицине, а также в службе медицины катастроф (спасатели, пожарники, парамедики и т.д.) и охраны правопорядка.

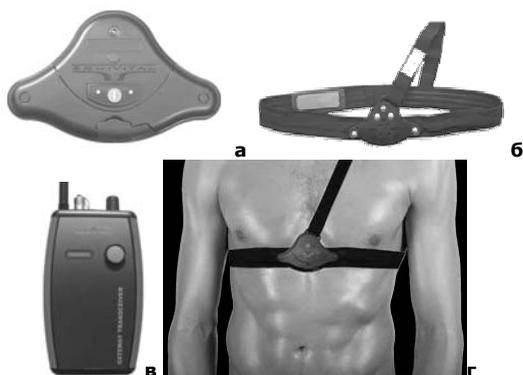


Рисунок 7.2. Универсальная телеметрическая система: а- датчик, б- пояс для крепления дополнительных датчиков и передающего устройства, в - передающее радио-устройство, г - фиксация датчика на теле⁵⁹

Подобные системы осуществляют телеметрию таких показателей: частота сердечно-сосудистых сокращений (ЧСС), 1-3 канальная ЭКГ, частота дыхания, температура тела, двигательная активность, положение тела в пространстве, сатурация, гальваническая реакция кожи, географические координаты положения.

⁵⁹ Источник иллюстраций – Equivital Corp.- www.equivital.co.uk, на рисунке изображена система Equivital™ Wireless Physiological Monitoring

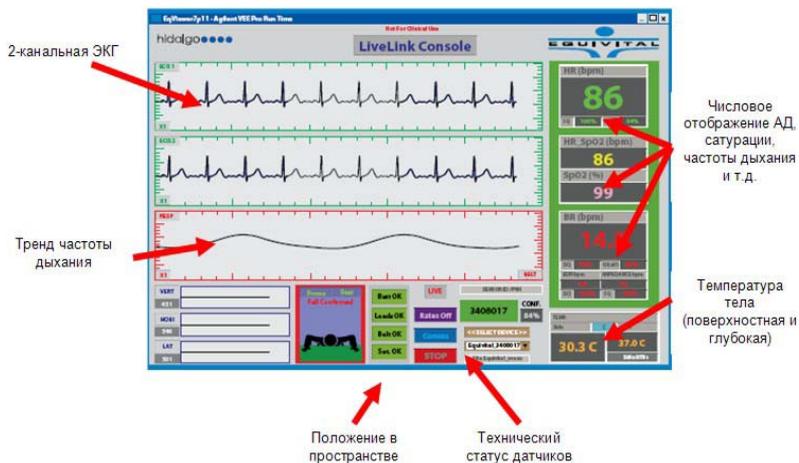


Рисунок 7.3. Рабочие окна программного обеспечения «исследователя» универсальной телеметрической системы: индивидуальная информация о данном «пациенте», интеграция карты местности и локализации мониторируемых (цветовые характеристики позволяют управлять процессом медицинской эвакуации раненых)⁶⁰

Для передачи данных в подобных современных системах используются: радио, bluetooth и SMS-сообщения. Отметим, что в качестве передающего устройства (из комплекта «прибора пациента») может применяться специальный радиопередатчик либо обычный мобильный телефон (точнее - смартфон). Подобная универсальность передающих устройств облегчает интеграцию

⁶⁰ Источник иллюстраций – Equivital Corp.- www.equivital.co.uk, на рисунке изображена система Equivital™ Wireless Physiological Monitoring

телеметрических систем в деятельность служб спасения, пожарников, парамедиков, служб охраны правопорядка и т.д.

В последнее время биотелеметрические системы интегрируются в комплексы домашней (индивидуальной) телемедицины для длительного реального мониторинга электрокардиограммы, сатурации, дыхательных функций; при этом широко применяются беспроводные каналы передачи данных, а «приборы пациента» выполняются на основе мобильных телефонов (смартфонов). Отметим, что «прибор пациента» в данных системах «разделен» на две части: первая – это набор датчиков и беспроводной передатчик, вторая – мобильный телефон (смартфон) со специальным программным обеспечением (для фильтрации, усиления и анализа сигнала) (рис.7.4.).



Рисунок 7.4. Беспроводная биотелеметрическая система (компонент домашней, индивидуальной телемедицины)⁶¹

В подобных индивидуальных биотелеметрических системах беспроводная передача данных осуществляется для обмена данными как «внутри» «прибора пациента», так и между ним и приемной станцией в медицинском центре.

Отдельно стоит упомянуть имплантируемые биотелеметрические модули, которые представляют собой миниатюрные анализаторы (весом около 5 г), которые вживляются в организм лабораторного животного и с помощью специальных датчиков,

⁶¹ Источник иллюстраций - Jurik A., Bolus Y., Weaver A. et al. Mobile Health Monitoring Through Biotelemetry. International Conference on Body Area Networks (BodyNets), Los Angeles, CA, April 2009.- www.cs.virginia.edu/jurik/docs/jurik-bodynets-2009.pdf.

подсоединенных к внутренним органам, снимают физиологические показания; поступающие сигналы обрабатываются микропроцессором анализатора и по радиоканалу передаются на приемное устройство и на сервер для накопления и обработки. Данный вид биотелеметрии пришел на смену радиозондам, которые использовались в середине XX века. В настоящее время подобные системы используются в основном в научных биологических исследованиях, однако по мере совершенствования технологии (например, получение электропитания за счет двигательной активности мышц, перистальтики кишечника и т.д.) они должны широко войти в арсенал клинической медицины.

Некоторые частные виды биотелеметрии будут описаны в соответствующей главе.

Глава 8. Домашняя (индивидуальная) телемедицина

8.1. Определение, цели и задачи

Домашняя телемедицина - диагностическо-лечебные приборы и иные медицинские технологии и услуги, интегрируемые с помощью специального устройства (монитора) и/или домашнего персонального компьютера и предназначенные для постоянной дистанционной медицинской поддержки пациента в бытовых условиях.

Индивидуальная телемедицина - круглосуточное предоставление медицинской помощи, медицинских и смежных услуг, постоянное медицинское сопровождение посредством специализированных индивидуальных телекоммуникационных устройств в точке необходимости.

Цель домашней и индивидуальной телемедицины - контроль состояния здоровья, течения патологических процессов, процессов лечения и восстановления пациента, находящегося в привычной обстановке.

Идея домашней телемедицины родилась еще в середине 1990х годов. Причинами возникновения домашней телемедицины стали: неадекватный уровень медицинской помощи в ряде групп населения, необходимость оптимизации организации системы здравоохранения, глобальное старение населения, неэффективность «бумажно-участковой» медицины. В связи с этим можно выделить основные триггеры развития домашней телемедицины:

1. Необходимость медицинской поддержки и адекватной помощи для группы населения «Нет времени» - группа риска 1: молодые активные люди, которые в силу напряженного графика жизни пренебрегают профилактическими осмотрами и обращаются за медпомощью только в критических ситуациях. В результате чего у них острые заболевания переходят в хронические, субхронические состояния быстро прогрессируют и т.д.

2. Необходимость медицинской поддержки, адекватной помощи, обеспечения независимой жизни для группы населения «Нет возможности» - группа риска 2: люди пожилого и старческого возраста, одинокоживущие лица, лица с тяжелыми хроническими заболеваниями.

ческими заболеваниями. Данная группа населения не получает нужного объема постоянной медицинской патронажной помощи из-за ограниченных возможностей системы в целом и собственной физической слабости.

3. Глобальное старение населения. Из-за повышения уровня жизни растет ее продолжительность - по некоторым прогнозам к 2020 году 20% населения планеты будет старше 50 лет. При этом по данным Чайковской, 2007 в Украине каждый четвертый житель - пенсионер по возрасту, каждый пятый – старше 50-ти лет, по доле людей 65 лет и старше в структуре населения Украина занимает 11 место в мире (для сравнения: Белоруссия - 23 место, Россия - 27-ое); в 2050 г. средний возраст жителя Украины будет составлять около 51 года. Таким образом, проблема глобального старения актуальна и для нашей страны.

4. Нерациональное госпитальное и постгоспитальное лечение ряда заболеваний, приводящее к финансовым потерям, осложнениям, повторным госпитализациям, «загруженности» стационаров и проч.

Посредством комплексного использования домашней телемедицины национальная система здравоохранения может:

- обеспечить постоянный медицинский контроль и, при необходимости, вмешательство для группы риска 1;
- обеспечить постоянную медицинскую поддержку, независимую жизнь для группы риска 2;
- оптимизировать амбулаторное лечение пациентов для большей экономической эффективности;
- значительно повысить социальный уровень населения и качество жизни.

Системы индивидуальной телемедицины являются следующим шагом – их внедрение позволяет в полной мере реализовать концепцию Citizen(Patient)-Centred Health Care ("Человек(Пациент)-централизованное здравоохранение), согласно которой каждый человек посредством систем электронного здравоохранения должен получать весь объем медицинской помощи (профилактической, экстренной, плановой и т.д.) в том месте, где он находится в данное время (в точке необходимости). Высокая эффективность использования телемедицины в рамках данной концепции заключается в снижении количества ослож-

нений и неблагоприятных исходов, социально-экономической выгоде, улучшении качества и продолжительности жизни.

Домашняя телемедицина реализуется в виде постоянного обмена медицинской и вспомогательной информацией между пациентом и лечебно-профилактическим учреждением (точнее call-центром на его базе) для:

- постоянного контроля состояния здоровья и основных витальных функций;
- профилактики и раннего выявления жизнеугрожающих состояний и обострений хронических процессов;
- круглосуточной медицинской помощи;
- обеспечения независимой жизни;
- обеспечения паллиативной помощи (домашний телехоспис).

Наиболее распространенные практические задачи домашней телемедицины:

- профилактический и постгоспитальный телемониторинг состояния здоровья пациентов в домашних условиях;
- консультационная медицинская помощь;
- психологическая поддержка пациентов на дому с элементами психиатрии и психоанализа;
- дистанционное видеонаблюдение и контроль;
- контроль за приемом лекарств;
- обучение пациента и лиц, вовлеченных в процесс оказания помощи.

Домашняя (индивидуальная) телемедицина реализуется в виде комплекса следующих телемедицинских процедур: телемониторинга, телеконсультирования, телеассистирования, телепатронажа, телеконтроля (телеменеджмента), телеуправления, дистанционного обучения.

8.2. Классификация систем домашней (индивидуальной) телемедицины

Классификация систем домашней телемедицины по Ruggiero et al, 1998 [190]:

- 1) системы обеспечения безопасности жизни;
- 2) системы мониторинга;
- 3) системы поддержки жизнедеятельности;
- 4) системы контроля окружающей среды.

8.3. Строение и функциональные возможности систем домашней (индивидуальной) телемедицины

На рис.8.1 показана схема эволюции систем домашней телемедицины. С инженерной точки зрения можно представить историю систем домашней телемедицины таким образом:

I этап. Использование телефонной связи для патронажа, обмена медицинской информацией, простых телеконсультаций.

II этап. Телемониторинг и передача медицинской информации посредством специальных линий связи, радиотелеметрических систем.

III этап. Использование персональных компьютеров, медицинских приборов и Интернета для телемониторинга, телеконсультирования и медицинских услуг.

IV этап. Интеграция электронных медицинских записей в инфраструктуру предыдущего этапа.

V этап (современность). Использование адаптированных к нуждам и возможностям пациента медицинских приборов, которые интегрируются с помощью специального устройства (монитора), обмен данных посредством экономически целесообразных телекоммуникационных средств (от телефонной линии до 3G сети), предоставление медицинской помощи и услуг в точке необходимости.

Таким образом, наблюдается с одной стороны расширение инженерной базы домашней телемедицины, с другой – ее большая приспособленность и доступность любому пациенту, а также высокая экономико-организационная целесообразность.

На рис.8.2 показана схема современной системы домашней телемедицины. Система домашней (индивидуальной) телемедицины состоит из:

- домашнего или индивидуального сегмента (датчиков, диагностических устройств, компьютеров или компьютеризированных устройств, шифраторов, модемов, терминалов связи);
- линии связи;
- клинического сегмента (компьютеров, специального программного обеспечения, дешифраторов, модемов, терминалов связи).

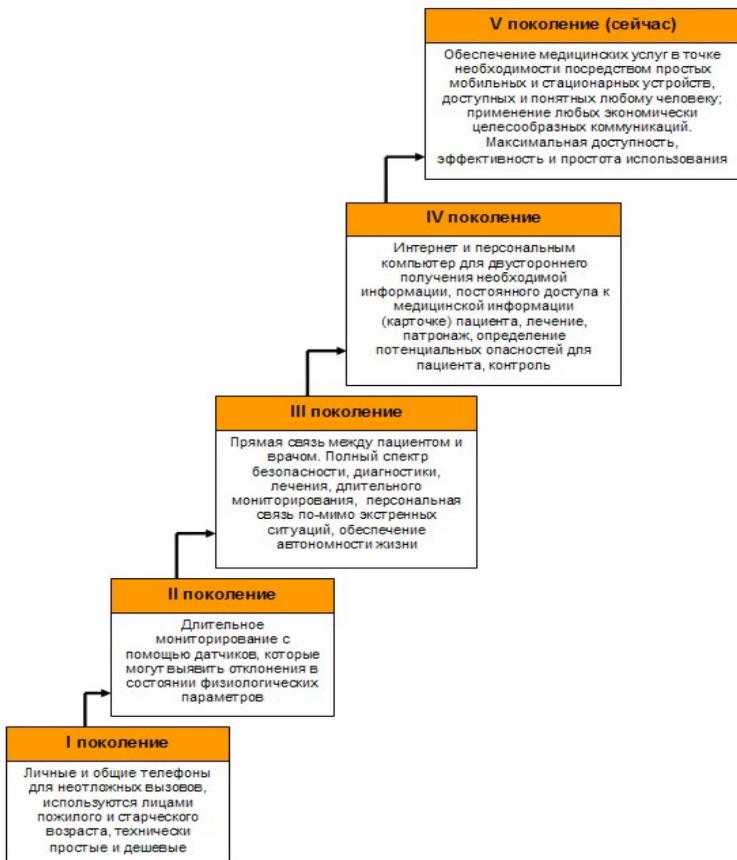


Рисунок 8.1. Эволюция систем и технологий домашней телемедицины

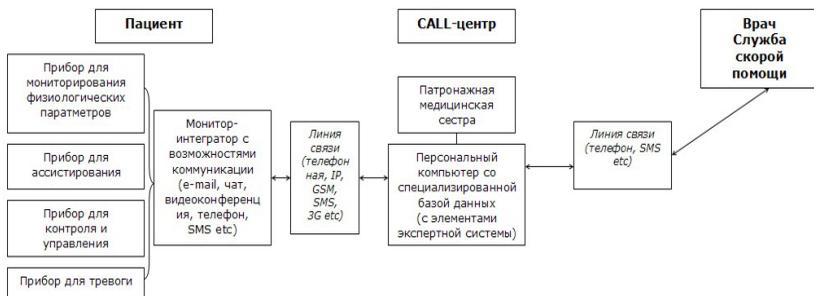


Рисунок 8.2. Общая схема строения современной системы домашней телемедицины

Характеристики домашнего (индивидуального) сегмента телемедицинской системы

1. Приборы для мониторинга физиологических параметров – представляют собой стандартные устройства для съема, фиксирования, определения критичных для пациента физиологических параметров (ЭКГ, сатурации, уровня глюкозы, колебаний веса, коагулограммы и т.д.). Отличительная особенность – максимальная простота использования, адаптация к нуждам, возможностям и навыкам пациентов (рис.8.3).



Рисунок 8.3. Бытовой прибор для съема ЭКГ в 1 отведении (для фиксации ЭКГ в 1 отведении достаточно приложить прибор к грудной клетке в нужной точке)⁶²

2. Приборы для ассистирования, контроля и управления – устройства для помощи пациенту в лечении, выполнении медицинских назначений, учета правильности и графика выполнения таковых, контроля состояния пациента. Например, системы контроля приема медикаментов, оповещающие call-центр с помощью SMS-сообщений о приеме медикаментов пациентом (рис.8.4); системы видеонаблюдения с анализом изображения (если пациент длительно находится без движений – система выдает сообщение о возможном бессознательном состоянии и автоматически оповещает службу скорой помощи и call-центр).

3. Прибор для тревоги – постоянно носимые датчики основных витальных функций (ЭКГ, энцефалограммы). В случае «сбоя» (явлений аритмии, ишемии, приближения эпилептического приступа и т.д.) сигнал с датчика автоматически передается в call-центр (чаще всего с помощью SMS) для принятия экстренных мер (рис.8.5).

⁶² Источник иллюстрации – Vitaphone GmbH.-www.vitaphone.de, на рисунке изображена система Vitaphone 100IR™



Рисунок 8.4. Прибор для управления (медикаменты рассортированы по контейнерам; согласно программе прибор извещает пациента о необходимости приема нужного количества таблеток из нужного контейнера) и контроля (если пациент многократно пропустил прием медикаментов прибор автоматически извещает call-центр о возможной недееспособности подопечного)⁶³



Рисунок 8.5. Постоянно носимый (на лейкопластыре) минидагчик ЭКГ и система экстренного оповещения⁶⁴

Приборы для тревоги работают минуя монитор-интегратор. Подобные устройства зачастую оснащают датчиками глобального позиционирования и/или положения тела в пространстве. Данные приборы позволяют не только обнаружить нарушение витальных функций (ауру эпилептического приступа, нарушение ритма и т.д.), но и определить степень нарушения сознания и место нахождения пациента (для немедленного направления к нему бригады скорой медицинской помощи).

4. Монитор-интегратор – специальный прибор, объединяющий цифровую информацию с приборов пп.1-3, выполняющий функции модема и коммуникатора (поддержка голосового общения, электронной почты, чата, видеоконференции) (рис.8.6-8.7).

⁶³ Источник иллюстрации – Honeywell Hommed Corp.-www.hommed.com

⁶⁴ Источник иллюстрации – BBC news. 'Digital plaster' monitors health (17.06.05).-
www.news.bbc.co.uk/2/hi/health/4617633.stm.



Рисунок 8.6. Монитор-интегратор⁶⁵

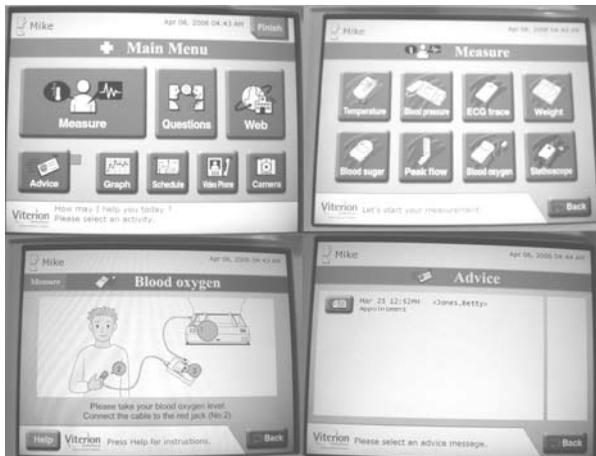


Рисунок 8.7. Элементы работы с монитором (главное меню, выбор метода диагностического обследования, мультимедийная инструкция по выполнению самообследования, чат с call-центром)

Особенности монитора-интегратора:

- простота использования (интуитивно понятный интерфейс и минимизированные элементы управления – «управление одной кнопкой»);
- экономическая и функциональная целесообразность (в сравнении с персональным компьютером);
- возможно использование только модема (для прямой передачи данных от датчиков домашнего сегмента в call-центр).

⁶⁵ Источник иллюстрации на рис.8.6-8.7 – Viterion Corp.-www.viterion.com, на рисунке изображена система Viterion 500™

Интересной особенностью некоторых мониторов является ежедневное заполнение пациентом простой анкеты (10-15 вопросов об общем состоянии с вариантами ответов «да/нет», например – «Одышка усилилась – Да/Нет?»). Благодаря этой функции патронажная медсестра и лечащий врач автоматически ежедневно получают не только объективную информацию, но и субъективное мнение пациента о своем состоянии.

Характеристика клинического сегмента телемедицинской системы

Call-центр (центр телемониторинга, домашней телемедицины) представляет собой совокупность персональных компьютеров, модемов и средств связи. Основным персоналом его - патронажные медсестры, предоставляющие различные медицинские услуги пациентам (в том числе – телеконсультирование) согласно специальным стандартам и протоколам.

ST	Location	Patient Name	Weight	Blood Pressure	SpO2	HR	Temp	Alerts	Additional Links
1	10107	Henry, Robert	242.0	100/100/100	98	80	36.8	None	
2	10107	Henry, Doug	167.0	107/107/107	98	70	36.1	10 Min	
3	10107	Evans, Mike	123.0	107/107/107	93	120	-	10 Min	
4	10107	Walt, Matthew	122.0	111/111/111	92	110	37.0	10 Min	Alerts within limits, Comments within limits
5	10107	Hughes, John	121.0	110/110/110	92	75	36.8	8 Min	Alerts within limits
6	10107	Chang, Wm	120.0	124/122/125	90	80	-	8 Min	Alerts within limits
7	10107	York, Andrew	112.0	115/115/115	98	80	36.9	8 Min	Alerts within limits
8	10107	Woods, Aki	104.0	116/116/116	96	73	36.6	8 Min	Alerts within limits
9	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
10	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
11	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
12	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
13	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
14	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
15	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
16	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
17	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
18	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
19	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits
20	10107	Walt, Matthew	104.0	120/120/120	95	70	36.0	3 Min	Alerts within limits

Рисунок 8.8. Рабочее окно ПО call-центра – система автоматически определила и отметила пациентов с нарушениями тех или иных физиологических функций⁶⁶

Основа call-центра – компьютеризированная приемная станция, осуществляющая собственно прием, дешифровку, анализ, накопления и обработку сигналов от удаленных мониторов-интеграторов и отдельных устройств. Обычно одна приемная станция (одно рабочее место call-центра) дистанционно обслуживает от 100 до 500 домашних мониторов. Основой программного обеспечения call-центра является база данных (пациенты, результаты обследований, данные датчиков и иных при-

⁶⁶ Источник иллюстрации – Honeywell Hommed Corp.-www.hommed.com

боров) с элементами экспертной системы. Т.е. программное обеспечение call-центра автоматически производит фильтрацию и отбор пациентов и/или записей с отклонениями от заданных параметров (рис.8.9). Принимающая станция может быть расположена в call-центре лечебно-профилактического учреждения или в специальном подразделении компании-производителя. В первом случае лечащий врач работает с данными пациентов при посредничестве персонала call-центра (экстренные оповещения, распечатки или файлы с графиками и таблицами колебаний физиологических параметров, телеконсультации и проч.). При этом первичный не-автоматизированный контроль данных и принятие решений осуществляет патронажная медицинская сестра. Во втором случае врач обычно самостоятельно регулярно контролирует данные пациента и принимает первичные решения, удаленно работая с базой данных принимающей станции через веб-интерфейс.

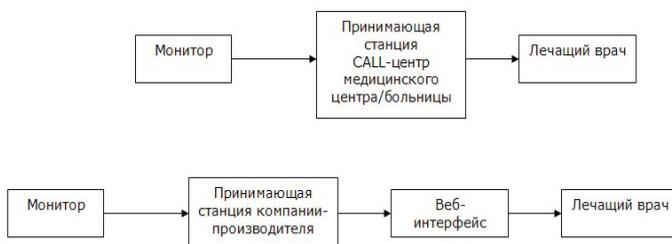


Рисунок 8.9. Варианты работы лечащего врача с данными пациентов в системе домашней телемедицины

Передача медицинской информации

В системах домашней телемедицины защита передаваемой информации осуществляется различными программно-аппаратными средствами (прежде всего криптографически посредством шифрования).

Для трансляции медицинской информации используются следующие основные виды телекоммуникаций:

- телефония (стационарная и мобильная),
- IP-протокол (Интернет),
- GSM и CDMA -сети (SMS-сообщения).

В связи с низкой стоимостью использования и широкой распространенностью в настоящее время для передачи данных

со стационарных домашних мониторов-интеграторов преимущественно используется кабельная телефонная связь. В основу же современной индивидуальной телемедицины положено широкое использование сотовой (мобильной) связи и беспроводного Интернета (GPRS, CDMA, 3G).

В данном случае сотовый (мобильный) телефон позволяет осуществить:

- оповещение пациента о необходимости проведения соответствующего исследования или приеме лекарств по заложенной программе или по инициативе врача;
- связь с медицинским прибором посредством беспроводной технологии и считывания с него данных;
- отсылку результатов исследования в лечебное учреждение;
- предупреждение лечащего врача в случае экстренной патологии в виде SMS сообщения;
- использование мобильного телефона в качестве монитора-интегратора (мобильные телефоны дополняются встроенными диагностическими приборами: датчики ЭКГ, уровня глюкозы крови и т.д. с возможностью автоматического анализа данных и отправки их в лечебно-профилактическое учреждение).

8.4. Специфические компоненты домашней (индивидуальной) телемедицины

Телемониторинг (синонимы: телеметрия функциональных показателей, телемедицинские системы динамического наблюдения) - телемедицинская процедура, представляющая собой наблюдение, оценку и прогноз на основе биотелеметрической передачи данных пациентов в консультативный центр.

Показания для телемониторинга:

- необходимость длительного/пожизненного контроля физиологических параметров данного пациента;
- сопровождение домашнего лечения пациентов после операции или с подостро или хронически протекающими заболеваниями;
- контроль неожиданного, но потенциально прогнозируемого нарушения жизненно-важных функций организма у длительно болеющего пациента.

Телемониторинг необходим для:

- раннего выявления обострений и осложнений различных заболеваний;
- экстренного реагирования в критических ситуациях;
- проведения превентивных мероприятий;
- экономико-организационной оптимизации (расширения числа одновременно наблюдаемых пациентов без потери качества лечения, независимость жизни).

Отдельной функциональной возможностью бытового телемониторинга является мониторинг течения раневого процесса по цифровым изображениям *locus morbi* и формализованному описанию (форма, размер и площадь раневой поверхности, состояние грануляций, отделяемое, запах и т.д.). Обычно бытовой телемониторинг выполняется на этапе амбулаторного лечения пациентов с хроническими трофическими язвами и вторично заживающими ранами.

Для проведения бытового телемониторинга по цифровым изображениям используются системы состоящие из:

1. Рабочего места медсестры (цифровая фотокамера, мобильный компьютер, канал Интернет, укладка для выполнения перевязок и медицинских манипуляций).
2. Рабочего места врача (персональный компьютер, программное обеспечение, канал Интернет).

Во время регулярных визитов патронажной медицинской сестры выполняется осмотр *locus morbi*, перевязка, выполнение необходимых манипуляций, а также – цифровая фотосъемка. С помощью мобильного компьютера медсестра подключается к базе данных, заносит в нее полученные файлы и заполняет формализованный опросник, характеризующий состояние раневого процесса. Курирующий врач может отслеживать динамику раневого процесса, реакцию на лечебные мероприятия, развивающиеся осложнения и т.д. Аналогичные системы применяются и в сфере дерматологии – путем регулярной периодической цифровой фотосъемки (пациентом или патронажной медсестрой) проводится динамическое наблюдение за течением патологического процесса, эффективностью терапии. Подобные системы бытового телемониторинга, по-мимо хороших клинических результатов, обеспечивают снижение финансовых затрат, существенно сокращают сроки стационарного лечения (без потери ка-

чества), обеспечивают большую функциональность системы здравоохранения.

Патронаж (медицинский уход) - профилактические меры и активное вмешательство, связанные с обеспечением основных (жизненных) потребностей, реабилитацией, физической и психологической поддержкой, оказание помощи в осуществлении тех действий, имеющих отношение к его здоровью, выздоровлению или спокойной смерти, какие пациент предпринял бы сам, обладая необходимыми силами, знаниями и волей.

Телепатронаж – разновидность медицинского ухода, реализуемая дистанционно, с помощью телекоммуникационных и компьютерных технологий.

Телепатронаж включает в себя:

- видеозвонки/конференции врач/медсестра-пациент на дому;
- контроль пациентов;
- психологическую и физическую реабилитацию.

Социально-экономическое значение телепатронажа:

- обеспечение независимой жизни;
- снижение уровень ре-госпитализаций;
- сокращение длительности реабилитации пациентов после госпитального лечения и хирургических операций;
- ранее выявление потенциальных заболеваний в детских домах, домах престарелых и т.п.;
- экономия рабочего времени медперсонала за счет сокращения выездов на место пребывания пациентов;
- сокращение транспортных расходов медицинских учреждений;
- оптимизация затрат на пенсионное и социальное обеспечение.

Технические решения для телепатронажа:

- Интернет (электронная почта, специализированные веб-приложения, видеоконференции, чат);
- видеотелефония;
- телефонная (стационарная и/или мобильная связь).

С помощью систем телепатронажа осуществляется т.н. домашний **телеменеджмент** пациента, т.е. управление и контроль образа жизни, выполнения врачебных назначений, манипуляций и т.д., например:

- проверка и наблюдение за правильностью и своевременностью приема медикаментов;

- оценка состояния физиологических параметров и *locus morbi* с коррекцией медицинских манипуляций;
- контроль перевязок, манипуляций, выполнения реабилитационных упражнений и т.п.
- коррекция диеты, образа жизни и т.д.

Активное использование телепатронажа и телеменджмента позволяет добиться экономической выгоды, повысить качество медицинской помощи, профилактировать развитие осложнений и рецидивов хронических заболеваний, повысить качество жизни и улучшить морально-психологический уровень пациентов и членов их семей.

Телехоспис – обеспечение паллиативной помощи и достойного завершения жизни в домашних условиях путем применения систем телемедицины.

Задачи телехосписа:

- постоянный медицинский (медсестринский и врачебный) контроль;
- психотерапия и психологическая поддержка пациентов;
- телепатронаж;
- контроль обезболивающей терапии и приема медикаментов (в т.ч. дистанционный контроль инфузоматов);
- информационная и психологическая поддержка родственников;
- дистанционные визиты родственников;
- инструктаж лиц, оказывающих непосредственную помощь и уход.

Примечательно, что благодаря техническому прогрессу концепция дистанционного предоставления медицинских услуг на дому сменилась возможностью предоставления таковых в точке необходимости. То есть телемедицина из «домашней» действительно превратилась в «индивидуальную». Несомненно, с инженерной точки зрения будущим телемедицины является все большая персонализация диагностических и лечебных устройств, вплоть до постоянно носимых имплантатов, получающих питание от физиологических процессов (перистальтики, кровотока, колебаний температуры тела) и широкого применения беспроводных средств связи.

Глава 9. Телемедицинский скрининг

9.1. Определение и сферы использования

Телемедицинский скрининг (телескрининг) – дистанционное выявление и формирование групп риска, профилактические мероприятия.

Для проведения телемедицинского скрининга используется комплект оборудования, позволяющий осуществить сбор, оцифровку и отправку первичной диагностической информации в курирующее лечебно-профилактическое учреждение для выявления групп риска и последующего активного лечения. Такой комплект носит название телемедицинский пункт.

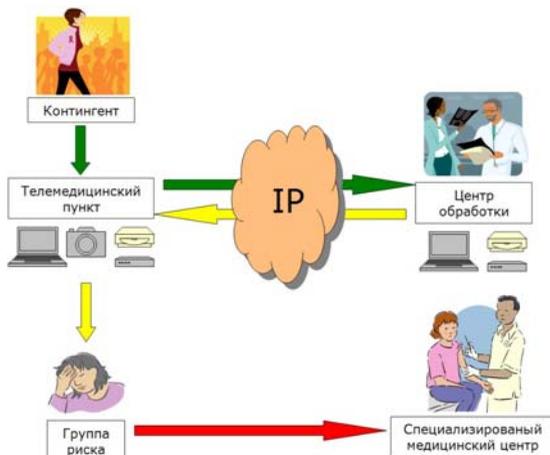


Рисунок 9.1. Принципиальная схема системы телемедицинского скрининга

В течение последних десятилетий телескрининг активно применяется во многих странах мира, в качестве примера можно привести следующие дисциплины:

- офтальмология - телескрининг (пересылка изображений глазного дна, полученных с помощью цифровых ретинальных камер) для выявления глаукомы, диабетической ретинопатии, ретинопатии новорожденных; изучены качество диагностики (по данным разных авторов большинство значений чувствительности и специфичности метода попадают в границы 90-

100%), определены требования к визуализации места болезни, доказана клиническая, технологическая и моральная эффективность телемедицинского скрининга (рис.9.2);

- фтизиатрия – телескрининг результатов туберкулиновой пробы (цифровые фотографии, пересылаемые с помощью SMS-сообщений) и флюорографии (различные телерадиологические инструменты) во время диспансерных и профилактических осмотров в учебных заведениях, социальных учреждениях и т.д.;

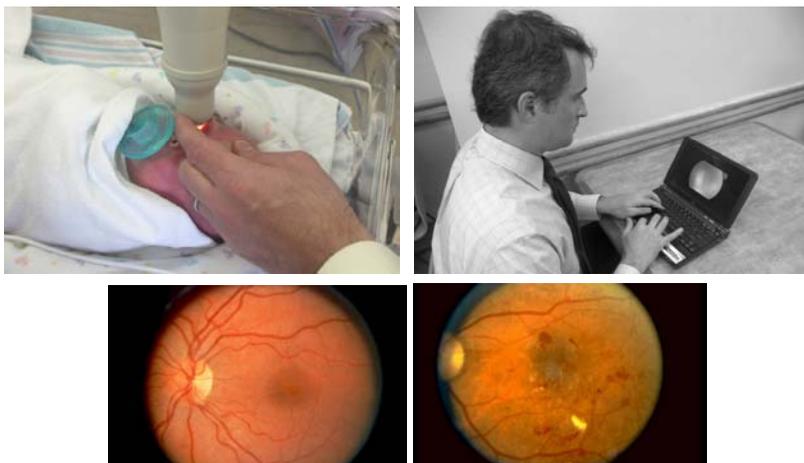


Рисунок 9.2. Телемедицинский скрининг ретинопатии недоношенных. Примеры изображений глазного дна, используемые для телескрининга в офтальмологии (слева - норма, справа - диабетическая ретинопатия)⁶⁷

- ортопедия – телескрининг с применением компьютеризированного анализа изображений (тест Адамса) или компьютерной трехмерной оптической топографии для выявления нарушений осанки (рис.9.3-9.4);

- онкология – телескрининг с использованием онкомаркеров и биохимических проб, автоматизированная интерпретация сонограмм, термографических изображений (рис.9.5);

- перинатология – телескрининг кардиологических сонограмм для выявления патологии сердечно-сосудистой системы плода;

⁶⁷ Источник иллюстрации - Neonatal Retinopathy Screening.-www.lpch.org/aboutus/news/releases/2006/moshfeghi.html.

- дерматология – телескрининг дерматоскопических и цитологических изображений для выявления злокачественных поражений кожи.

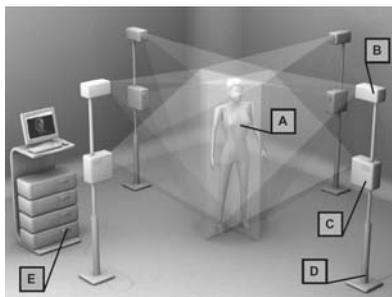


Рисунок 9.3. Схема телемедицинского пункта для телескрининга нарушений осанки на основе трехмерной топографии по W.Glinkowski (используется комплект из четырех цифровых фотокамер): а – пациент, б – цифровая фотокамера, с – источник света, d – штатив, е – рабочая станция⁶⁸

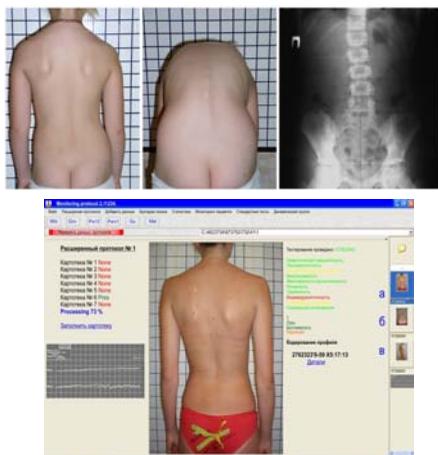


Рисунок 9.4. Примеры изображений применяемые для телескрининга нарушений осанки. Рабочее окно программного обеспечения для автоматизированного анализа изображений⁶⁹

⁶⁸ Источник иллюстрации - Glinkowski W., Sitnik R, Małosa K, Wasilewska M. et al. Telescreening of the posture and spinal deformations followed by telerehabilitation project: current status Proceedings of International Conference Med-e-Tel 2007, Ed. M. Jordanowa, F. Lievens 58-64.

⁶⁹ Попова Т.В., Владимирский А.В., Голубева Т.М. Розробка методу постійного телемедицинського спостереження для дітей та підлітків з порушеннями постави та його ефективність // Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.61-67.

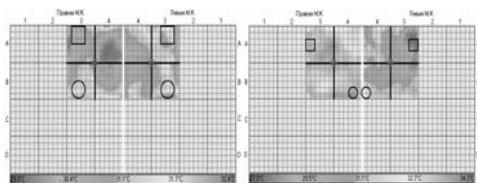


Рисунок 9.5. Цифровой контактный термомаммограф для телескрининга злокачественных новообразований молочных желез. Примеры изображений, используемых для телескрининга (слева – нормотермограмма, справа – диффузная форма термограммы, рак молочной железы)⁷⁰

9.2. Алгоритмы применения телескрининга

Типовые сценарии проведения телемедицинского скрининга. Сценарий 1:

1). Персонал телемедицинского пункта проводит последовательный осмотр определенного контингента. Для каждого обследуемого выполняется:

1.1. Ввод индивидуальной информации об обследуемом в базу данных (демографические, антропологические, паспортные данные);

1.2. Ввод медицинской информации для скрининга (видео/фото изображения необходимой анатомической области, места болезни, флюорограммы, термограммы и т.д.);

1.3. Автоматическая обработка и анализ изображения специализированным программным обеспечением;

1.4. При отсутствии подозрения на наличие патологического состояния данные могут быть удалены либо архивированы;

1.5. При наличии подозрения на наличие патологического состояния данные об обследуемом передаются в Центр обработки.

2). В Центре обработки производится анализ полученных изображений и работа с группами риска:

2.1. Повторный автоматизированный анализ,

2.2. Очный анализ специалистом,

⁷⁰ Источник иллюстрации - Приходченко В.В. Применение селективного скрининга в ранней диагностике заболеваний молочной железы в условиях поликлиники общелечебной сети // Вестник неотложной и восстановительной медицины. -2006. -Т.7, №1. -С.11-14.

2.3. При отсутствии патологии в телемедицинский пункт передается рекомендация сохранить данные об обследуемом и повторить исследование через некоторый промежуток времени,

2.4. При выявлении патологии обследуемый включается в список группы риска,

2.5. Проведение диспансерных и превентивных лечебно-диагностических мероприятий с группами риска.

Сценарий 2 представляет собой упрощенную схему без пунктов 1.3-1.5. То есть после ввода информации (в том числе, визуальной) о всех обследуемых данного контингента в базу данных осуществляется передача всего массива данных в Центр обработки, где и проводится анализ. По результатам которого список группы риска и иные рекомендации передаются в телемедицинский пункт.

Телемедицинский скрининг – перспективное направление современного здравоохранения, обеспечивающее полномасштабное, своевременное и качественное проведение превентивных, эпидемиологических и клинико-организационных мероприятий. Также, телемедицинский скрининг существенно повышает качество жизни, позитивно сказывается на социально-экономическом уровне.

Глава 10. Телеприсутствие

10.1. Определение и сферы использования

Телеприсутствие – обеспечение полного дистанционного участия эксперта в лечебно-диагностическом процессе путем применения роботизированных и иных телекоммуникационно-компьютерных средств.

Фактически системы телеприсутствия позволяют более квалифицированному врачу (хирургу, анестезиологу, травматологу и т.д.) дистанционно ассистировать или управлять действиями менее опытного коллеги, медицинской сестры, фельдшера, парамедика, непосредственно выполняющего некую манипуляцию пациенту. При этом эксперт дистанционно работает не с экстрактивной выборкой фактов из медицинской документации пациента, но с самим пациентом, его реакцией на вмешательства и манипуляции, диагностической и лечебной аппаратурой, результатами обследований и медицинским персоналом в полном объеме [212-215,258-259].

Телеприсутствие в данный момент единственная телемедицинская процедура, которая обеспечивает полномасштабное взаимодействие между этапами и уровнями медико-санитарной помощи, позволяет полностью решить кадровые проблемы (отсутствие врачей-специалистов, уровень квалификации и т.д.), обеспечить доступность специализированной и квалифицированной помощи в полном объеме.

С помощью телеприсутствия возможна реализация концепции «электронных амбулаторий» - лечебно-профилактических учреждений, оказывающих плановую и неотложную помощь, которые расположены в небольших (сельских) и/или труднодоступных населенных пунктах, оборудованы системами телеприсутствия, персонал представлен только медицинскими сестрами.

Подобные электронные амбулатории позволяют существенно улучшить систему регионального здравоохранения, обеспечить высочайшую доступность качественной и своевременной медицинской помощи, значительно оптимизировать финансовые потоки в социальной сфере, улучшить результаты лечения.

10.2. Методы реализации телеприсутствия

Обычно телеприсутствие реализуется следующими инструментами:

1. Широкоформатными средствами видеоконференц-связи с несколькими взаимодополняющими камерами в абонентском ЛПУ.

2. Широкоформатными средствами видеоконференц-связи с абонентским терминалом на роботизированном шасси.

3. Устройствами обратной связи для дистанционного выполнения манипуляций.

4. Средствами дистанционного контроля лечебных устройств (см. главу «Телеассистирование»).

Все инструменты для реализации телеприсутствия в данное время являются дорогостоящими. Тем не менее, именно полномасштабное дистанционное участие эксперта в лечебно-диагностическом процессе является одним из стратегических путей развития телемедицины. Клинико-техническое совершенствование систем телеприсутствия со временем приведет к их удешевлению и широкому распространению для обеспечения максимально эффективного взаимодействия между уровнями и этапами медико-санитарной помощи.

Широкоформатные средства видеоконференц-связи с несколькими взаимодополняющими камерами в абонентском ЛПУ.

Данный инструмент позволяет организовать синхронное дистанционное сопровождение экспертом(ами) процесса оказания неотложной помощи путем видеотрансляции с места ее проведения. При этом одновременно демонстрируется пациент (общий вид и *locus morbi*), медицинский работник(и), выполняющие лечебно-диагностические манипуляции, а также передаются данные мониторингования физиологических параметров (рис.10.1). Подобные системы успешно используются на догоспитальном этапе (абонентское оборудование размещено в машинах скорой медицинской помощи) и в условиях стационара (абонентское оборудование размещено в семейных амбулаториях, сельских больницах и т.д.) (рис.10.2). Недостатком данного инструмента является «фиксированность» камер, которые закреплены в определенных точках помещения; эксперт пассивно наблюдает одни и те же проекции.



Рисунок 10.1 Телеприсутствие (средства видеоконференц-связи с несколькими взаимодополняющими камерами) в условиях стационара сельской больницы⁷¹



Рисунок 10.2. Рабочее место эксперта - телеприсутствие на догоспитальном этапе⁷²

Широкоформатные средства видеоконференц-связи с абонентским терминалом на роботизированном шасси.

В данном случае терминал в абонентском ЛПУ размещен на роботизированном (удаленно управляемом) шасси. Для передачи данных между абонентским терминалом и рабочей станцией эксперта используются беспроводные сети.

Подобные системы позволяют устранить «фиксированность», о которой было сказано выше. Фактически эксперт приобретает свободу виртуальных передвижений по абонентскому ЛПУ, врач-консультант может самостоятельно выбирать оптимальную позицию для наблюдения за пациентом и медперсоналом, самостоятельно перемещаться по кабинетам, операционным и т.д.; при этом непосредственный медперсонал не отвлекается от процесса неотложной помощи для обслуживания сис-

⁷¹ Источник иллюстрации – Norwegian Telemedicine Center.-www.telemed.no.

⁷² Источник иллюстрации - Latifi R, Peck K, Porter JM, Poropatich R, Geare T 3rd, Nassi RB. Telepresence and telemedicine in trauma and emergency care management. Stud Health Technol Inform. 2004;104:193-9.

темы видеоконференц-связи (рис.10.3). Иногда абонентские терминалы монтируют на передвижных шасси без возможности удаленного управления перемещениями, это так называемые передвижные телемедицинские рабочие станции (рис.10.4).



Рисунок 10.3. Абонентский терминал системы телеприсутствия на роботизированном шасси ⁷³



Рисунок 10.4. Телеприсутствие (используется передвижная телемедицинская рабочая станция)

Хотя подобные системы и обеспечивают возможность проведения видеоконференций из любой точки лечебно-профилактического учреждения на современном этапе развития подобный подход является морально устаревшим из-за того, что непосредственный медперсонал вынужден отвлекаться для обслуживания системы, выполнения команд эксперта по оптимальному размещению камеры и т.д. Передвижное шасси долж-

⁷³ Источник иллюстраций 10.3 и 10.4 – Karush S. Hospital to share stroke expertise around state via robots / USA Today.- www.usatoday.com/tech/news/robotics/2006-10-19-robot-doctors_x.htm?csp=34, на рисунке 10.3 изображен робот серии RP InTouch Health™

но снабжаться средствами удаленного управления для действительного обеспечения дистанционного участия эксперта в лечебно-диагностическом процессе (рис.10.5-10.7).



Рисунок 10.5. Телеприсутствие (используется широкоформатное средство видеоконференц-связи с абонентским терминалом на роботизированном шасси)



Рисунок 10.6. Телеприсутствие при оказании неотложной помощи при политравме: управление интубацией и установкой внутривенного катетера ⁷⁴

Телеприсутствие также реализуется путем применения диагностических (ультразвуковой датчик, микроскоп) и лечебных (хирургическая эндоскопическая стойка) устройств с возможностью дистанционного контроля и управления для удаленного выполнения манипуляций и вмешательств. Подобные устройства подробнее описаны в главе «Телепатология» и главе «Телеасистирование».

⁷⁴ Источник иллюстрации - Latifi R, Hadeed GJ, Rhee P, O'Keeffe T et al. Initial experiences and outcomes of telepresence in the management of trauma and emergency surgical patients. Am J Surg. 2009 Dec;198(6):905-10.



Рисунок 10.7. Использование системы телеприсутствия на роботизированном шасси в условиях отделения интенсивной терапии ⁷⁵

Важным компонентом подобных устройств являются средства обратной связи, которые могут передавать сенсорную (прежде всего тактильную) информацию с абонентской части устройства на экспертную. Такие устройства именуют телегаптическими. Благодаря телегаптике повышается реалистичность ощущений при выполнении телехирургических вмешательств (на элементы управления передается информация с помощью которой воспроизводится сопротивление тканей, степень натяжения шовного материала и т.д.).

Развитие и совершенствование компонентов сенсорной обратной связи систем телеприсутствия позволит полностью устранить барьер между врачом и пациентом путем появления возможности дистанционного выполнения пальпации и перкуссии – единственных пока что недоступных современной телемедицине методов физикального обследования.

NB! Необходимо понимать, что ключевым отличием терминалов для видеоконференц-связи, которые входят в состав медицинских систем телеприсутствия (в отличие от офисных), является их роботизированность. Телеприсутствие в медицине отличается не только качеством передачи изображения и звука, но мобильностью и автономностью терминалов.

⁷⁵ Источник иллюстрации - Brown V. Robotic Assistance Remedy.-2008.-6 p.-
www.healthmgttech.com/features/2008_july/0708_robotic.aspx, на рисунке 10.3 изображен робот серии RP InTouch Health™

Глава 11. Телеассистирование

11.1. Определение и сферы использования

Телеассистирование (синоним: дистанционное манипулирование) – дистанционное синхронное сопровождение медицинских манипуляций или дистанционное управление лечебной и диагностической аппаратурой.

Иногда в качестве синонимов термина «телеассистирование» можно встретить термины «телехирургия» и «роботизированная хирургия»; однако полноценными синонимами основного термина они не являются, так как во многих случаях телеассистирование осуществляется при выполнении диагностических (в том числе неинвазивных) вмешательств. Компьютер- или робот-ассистирующая хирургия представляет собой отдельное направление современной медицины.



Рисунок 11.1. Один из основоположников телехирургии профессор Жак Марсо (Jacques Marescaux)

Телехирургия – выполнение инвазивных манипуляций роботизированной системой, дистанционно управляемой врачом-хирургом. Телехирургия представляет собой частный случай телеассистирования, о чем будет сказано далее.

11.2. Классификация систем телеассистирования

Системы телеассистирования классифицируются следующим образом:

1. По методике дистанционного контроля:
 - 1.1. Активные.
 - 1.2. Пассивные.
2. По виду:
 - 2.1. Инвазивные.

- 2.1. Неинвазивные.
- 3. По клинической цели:
 - 3.1. Диагностические.
 - 3.2. Лечебные.
 - 3.3. Смешанные.

11.3. Строеие систем телеассистирования

Активные системы контролируются врачом-экспертом посредством телекоммуникационной связи; собственно лечебно-диагностическая манипуляция выполняется дистанционно самим врачом-экспертом. При этом от непосредственного медицинского персонала, находящегося возле пациента, не требуется наличия профильной специализации. Например, в системе телепатологии в качестве эксперта выступает врач-патологолог, а абонентом может быть врач любой специальности, медицинская сестра, фельдшер.

Принципиальная схема активной системы телеассистирования представлена на рис.11.2.

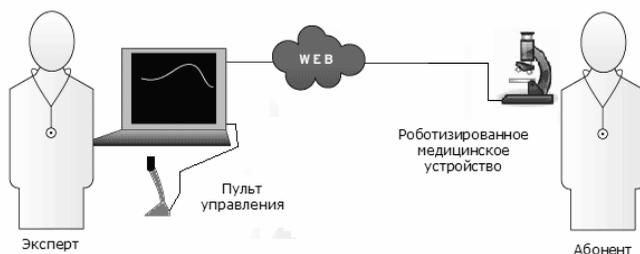


Рисунок 11.2. Принципиальная схема активной системы телеассистирования⁷⁶

Пассивные системы предназначены для трансляции процессе лечебно-диагностической манипуляции эксперту с параллельной двусторонней аудио-, видеосвязью. В данных системах и эксперт, и абонент должны иметь одинаковую специализацию.

⁷⁶ Иллюстрация на основе дизайна Mediphan Corp.- www.mediphan.com.

Принципиальная схема пассивной системы телеассистирования представлена на рис.11.3.

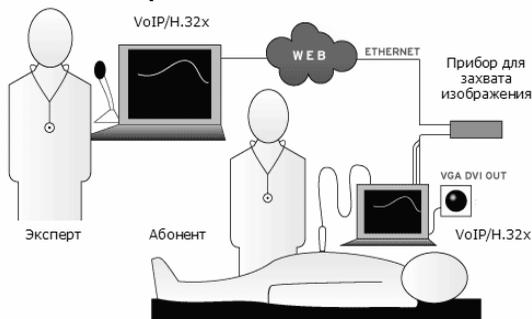


Рисунок 11.3. Принципиальная схема пассивной системы телеассистирования⁷⁷

Двусторонняя аудио-, видеосвязь может осуществляться с помощью следующих средств:

- мобильного телефона (только аудио или видеозвонок);
- программной видеоконференц-связи (по протоколу VoIP или H.32x);
- встроенных в прибор захвата изображений средств дистанционной аудиосвязи.

Вариантом пассивного телеассистирования можно считать и интраоперационную видеоконференцию, в процессе которой врач-эксперт дистанционно наблюдает операционное поле и посредством двустороннего аудио-, видеообмена дает рекомендации по ходу вмешательства.

Неинвазивные диагностические системы телеассистирования в настоящее время это устройства для:

- дистанционных патогистологических исследований (телепатологии);
- дистанционных ультразвуковых (сонографических) исследований.

Телепатология и соответствующие системы телеассистирования (системы для активной динамической телепатологии) подробно описаны в соответствующей главе. Для телеассисти-

⁷⁷ Источник иллюстрации - Mediphan MedRecorder.- www.mediphan.com/medrecorder.php.

рования при выполнении дистанционных ультразвуковых исследований могут использоваться два вида устройств:

- управляемые дистанционно роботизированные приборы;
- приборы захвата и передачи изображения с цифрового диагностического устройства (рис.10.4).



Рисунок 10.4. Устройства захвата изображений для визуализирующей медицинской аппаратуры (электронно-оптических преобразователей (ЭОП), эндоскопов, ультразвуковых сканеров и т.д.) – ключевой компонент пассивных систем телеассистирования⁷⁸



Рисунок 10.5. Пассивное инвазивное смешанное (лечебно-диагностическое) телеассистирование при проведении артроскопии: а – подключение прибора для захвата изображений к артроскопической установке, б – выполнение хирургического вмешательства, в – пассивная трансляция процесса операции с двусторонней аудиосвязью по VoIP-протоколу

⁷⁸ Источник иллюстрации - Mediphan MedRecorder.- www.mediphan.com/medrecorder.php, на рисунке изображен прибор MedRecorder™

Инвазивные системы телеассистирования в настоящее время представлены активными или пассивными установками для эндоскопических хирургических вмешательств. Они же относятся к лечебным или смешанным системам (рис.10.6).

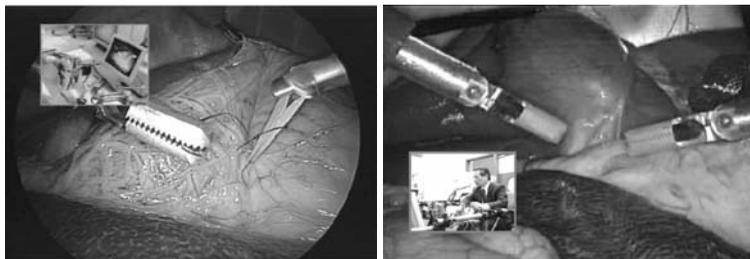


Рисунок 10.6. Процесс телехирургической операции ⁷⁹

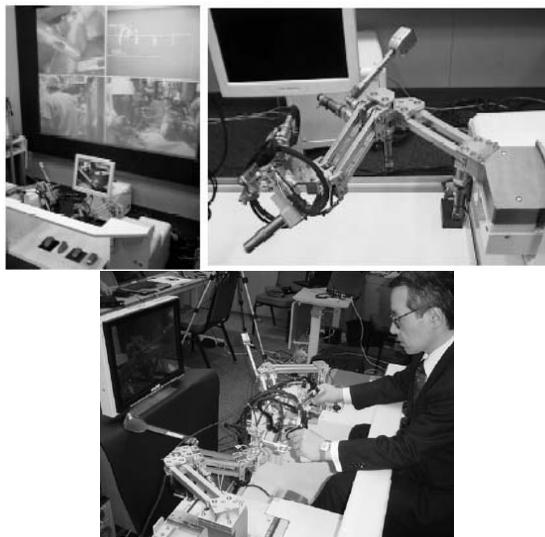


Рисунок 10.7. Master-компонент (хирургическая консоль) активной инвазивной (телехирургической) системы телеассистирования

Использование инвазивных систем телеассистирования и следует именовать телехирургией. Активный роботизированный

⁷⁹ Источник иллюстраций на рис.10.6-10.8 - Arata J., Takahashi H., Pitakwatchara P. et al. A remote surgery experiment between Japan-Korea using the minimally invasive surgical system // Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation.- Orlando, Florida - May 2006.-P.257-262.

комплекс (master-slave система) состоит из трех компонентов (рис.10.7-10.9):

- хирургического робота (slave-компонент);
- линии связи (закрытый оптоволоконный синхронный IP-канал или ISDN);
- хирургической консоли (master-компонент).

Slave-компонент, непосредственно осуществляющий хирургическое вмешательство под дистанционным управлением врача-хирурга, обычно состоит из трех-четырех манипуляторов, один из которых удерживает и позиционирует эндоскоп, другие используются для удержания и применения инструментов.

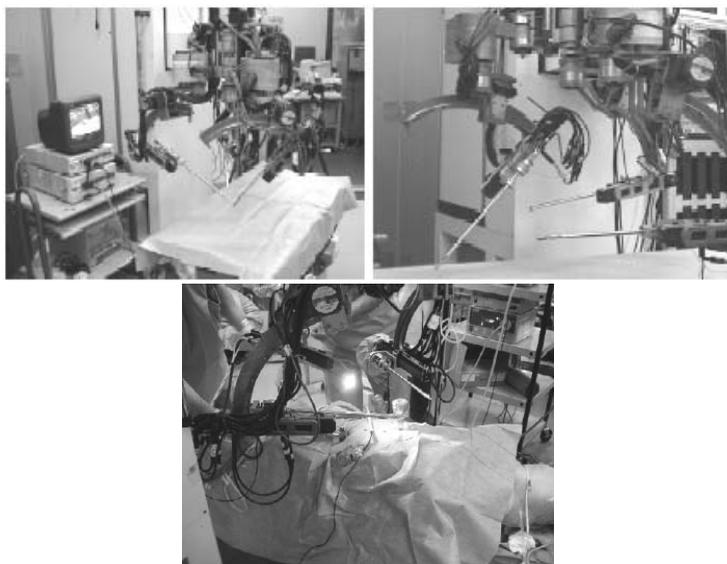


Рисунок 10.8. Slave-компонент активной инвазивной (телехирургической) системы телеассистирования

Дистанционное управление осуществляется посредством специальной, так называемой хирургической, консоли, содержащей средства отображения операционного поля (цветные широкоформатные экраны) и управления (джойстики, манипуляторы); также подобные системы обычно поддерживают голосовое управление.

В настоящее время наиболее распространены телехирургические системы DaVinci, AESOP и ZEUS.



Рисунок 10.9. Master-компонент (хирургическая консоль) активной инвазивной (телехирургической) системы телеассистирования⁸⁰

Активные инвазивные системы телеассистирования обеспечивают – по меткому выражению проф. Марсо – «глобализацию хирургической помощи», позволяя высококвалифицированному специалисту дистанционно выполнить сложное вмешательство в любой точке Земного шара. Потенциально системы телехирургии позволяют решить серьезные кадровые, организационные и учебные проблемы здравоохранения. Телехирургия одна из наиболее молодых сфер телемедицины, которой еще предстоит раскрыть весь свой клинический потенциал.

⁸⁰ Источник иллюстрации - Telesurgery/ Ed. by Kumar S., Marescaux J.- Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.- 190 p., на рисунке изображена система DaVinci™

Глава 12. Дистанционное обучение

Главная задача образования - это обеспечение пяти качеств в человеке: любознательности, духа, не признающего поражения, настойчивости в достижении цели, готовности к самоотречению и, прежде всего, сострадания
К. Хан

12.1. Определение, цели, задачи и особенности дистанционного обучения

Дистанционное обучение (теленаставничество) - разновидность учебного процесса, при котором либо преподаватель и аудитория, либо учащийся и источник информации разделены географически. Дистанционное обучение (ДО) – это одна из основных современных телемедицинских процедур.

Дистанционное обучение – это один из основных компонентов понятия электронное обучение (от англ. elearning).

Электронное обучение – расширение возможностей учебного процесса за счет комплексного использования интерактивных компьютерных и телекоммуникационных технологий, реализуемое как непосредственно, так и дистанционно.

Педагогические технологии дистанционного обучения - это технологии дистанционного активного общения преподавателей со студентами с использованием телекоммуникационной связи и методологии индивидуальной работы студентов со структурированным учебным материалом, представленным в электронном виде.

Информационные технологии дистанционного обучения - это технологии создания, передачи и сохранения учебных материалов, организации и сопровождения учебного процесса дистанционного обучения с помощью телекоммуникационной связи.

Образование – это динамический процесс, требующий постоянного совершенствования как обучающегося, так и преподавателя. Использование современных информационных технологий (в первую очередь – персональных компьютеров, Интернет, мультимедии) позволяет перевести процесс обучения на

качественно более высокий уровень. Компьютер и Интернет в современном образовании – это способ овладения навыками квалифицированного разрешения практических и теоретических задач. Особенно важна электронная информатизация в медицинском образовании. При изучении любой медицинской специальности, в отличие от гуманитарных дисциплин, визуализация играет ключевую роль. Невозможно представить изучение анатомии без работы в секционной, или изучение гистологии без работы с микропрепаратами, изучение хирургии – без наблюдения за операциями, изучение пропедевтики – без обследования больных. Можно многократно прочесть в учебнике описание рентгенологической картины пневмонии, но не запомнить его. Но достаточно один раз увидеть рентгенограмму и запомнить ее на всю жизнь. Как говорил Исаак Ньютон – при изучении наук примеры полезнее правил.

С другой стороны, за относительно короткий период времени пребывания студента, интерна или курсанта на той или иной кафедре появляется необходимость не только преподать ему теоретический и практический потенциал, известный данной медицинской науке, но и ознакомить его с передовыми путями и направлениями развития данной отрасли, рассказать, над чем работают мировые научные лаборатории и лечебные центры, чего ожидать в ближайшем будущем. Подобная информация благоприятствует развитию личности врача, обогащает его практический потенциал [65,94,107,110,331,335].

Дистанционное образование отличается от заочного более удобной системой доставки информации и использованием новых технологий в процессе обучения. Это позволяет расширить географию участников курса, а также расширить тематический диапазон преподаваемых курсов и их качество. Дистанционное образование позволяет сократить время обучения благодаря быстроте коммуникации преподавателя и студента, а также благодаря возможности использования почти всех форм обучения с помощью компьютера и Интернет.

Главной **целью** ДО является обеспечение общего доступа к образовательным ресурсам путем использования современных информационных технологий и телекоммуникационных сетей и

предоставления условий для реализации гражданами своих прав на образование.

Характерные **особенности** дистанционного обучения [335]:

Гибкость: ученики, студенты, слушатели, получающие дистанционное образование, в основном, не посещают регулярных занятий, а учатся в удобное для себя время и в удобном месте.

Модульность: в основу программы дистанционного образования заложен модульный принцип; каждый отдельный курс создает целостное представление про отдельную предметную область. Из набора независимых курсов-модулей возможно сформировать учебную программу, отвечающую индивидуальным или групповым потребностям.

Параллельность: обучение осуществляется одновременно с профессиональной деятельностью (или с обучением по другому направлению), т.е. без отрыва от производства или другого вида деятельности.

Большая аудитория: одновременное обращение ко многим источникам учебной информации большого количества учеников, студентов и слушателей, общение с помощью телекоммуникационной связи студентов между собою и с преподавателями.

Экономичность: эффективное использование учебных площадей и технических средств, концентрированное и унифицированное представление информации, использование и развитие компьютерного моделирования должны привести к снижению затрат на подготовку специалистов.

Технологичность: использование в учебном процессе новых достижений информационных технологий, которые оказывают содействие вхождению человека в мировое информационное общество.

Социальное равенство: равные возможности получения образования независимо от места жительства, состояния здоровья и социального статуса.

Интернациональность: возможность получать образование в учебных заведениях иностранных государств, не выезжая из страны, и предоставлять образовательные услуги иностранным гражданам и соотечественникам, которые проживают за границей.

Новая роль преподавателя: дистанционное образование расширяет и обновляет роль преподавателя, делает его наставником-консультантом, который должен координировать познавательный процесс, постоянно совершенствовать те курсы, которые он преподаёт, повышать творческую активность и квалификацию в соответствии с нововведениями и инновациями.

Положительное влияние на студента (ученика, слушателя): повышение творческого и интеллектуального потенциала человека, получающего дистанционное образование, за счет самоорганизации, стремления к знаниям, использования современных информационных и телекоммуникационных технологий, умения самостоятельно принимать ответственные решения.

Качество: качество дистанционного образования не уступает качеству очной формы обучения, поскольку для подготовки дидактических средств привлекается наилучший профессорско-преподавательский состав и используются наиболее современные учебно-методические материалы.

ДО в медицине включает:

- непрерывное медицинское образование/обучение;
- обучение студентов и интернов;
- повышение квалификации врачей, медицинских сестер, фармацевтических кадров;
- теленаставничество (телементорство), т.е. дистанционную личную помощь учителя своему ученику (например, бывшему ординатору, аспиранту и т.п.) или преподавателя студенту (слушателю);
- работу с заочными аспирантами и докторантами;
- научно-практические семинары и тренинги;
- обучение пациентов, их родственников и лиц, оказывающих помощь и услуги ухода (патронажа) для улучшения качества жизни, повышения социальной адаптации;
- обеспечение карьерного роста.

Задачи ДО в медицине:

- предоставление обучающимся удаленного доступа к базам данных, специальным курсам и отдельным источникам медицинской информации;

- проведение телелекций и телесеминаров, дистанционное наблюдение за ходом диагностических и лечебных манипуляций, операций в режиме реального времени;
- дистанционное проведение экзаменов и квалификационных тестирований в режиме реального времени.

Области применения ДО в медицине:

- изучение новых методов диагностики и лечения;
- телешколы, телесимпозиумы и телесеминары по различным тематикам;
- проведение телелекций, сертификационных циклов и курсов повышения квалификации для врачей в рамках последипломного образования.

Медицинская система ДО состоит из:

1. Проведения дистанционных лекций либо в рамках тематических курсов, либо по актуальным направлениям медицины. Данные курсы и специализированные лекции должны вести ведущие медицинские специалисты.

2. Проведения семинаров с углубленным изучением ранее прочитанного лекционного материала.

3. Практических занятия по тем или иным методам диагностики и лечения.

4. Индивидуальных телемедицинских консультаций.

Преимущества ДО в медицине:

- реализация непрерывного образования;
- внедрение доказательной медицины.
- возможности чтения лекций одновременно для нескольких клиник из разных регионов;
- возможность пройти обучение у ведущих специалистов данной сферы;
- демонстрации уникальных операций и диагностических процедур одновременно с комментариями врача-специалиста;
- теленаставничество;
- комбинация лекций с клиническими дискуссиями;
- экономия бюджета клиник, обучение без отрыва от производства.

12.2. Технологии дистанционного обучения в медицине

Для обеспечения сеансов дистанционного обучения используются компьютерные и телекоммуникационные технологии, а прежде всего – Интернет. Основные технологии ДО в медицине:

1) Видеоконференция – проведение реальновременных телелекций и телесеминаров, трансляций, для сеансов телементорства.

2) Вебинар - проведение синхронных семинаров, лекций, конференций через Интернет посредством одновременного использования специального программного обеспечения.

3) Веб-платформа для обучения – Интернет-инструменты для создания, редактирования, управления и использования учебных курсов и модулей.

4) Специализированный сайт - ресурсы Интернет, представляющие собой удаленные источники медицинской информации (медицинские библиотеки, сайты медицинских сообществ и специальностей, базы данных, интерактивные обучающие серверы).

5) Электронная рассылка – периодическая регулярная рассылка обучающих материалов (в цифровом виде) с последующей обратной связью.

6) Мультимедийная обучающе-контролирующая система, сетевой электронный учебник – размещенные в сети Интернет интерактивные ресурсы с учебной информацией, контрольными задачами, тестовым контролем и т.д.

12.2.1. Видеоконференция

Видеоконференция (ВК, телемост) – это сетевая (компьютерно-телекоммуникационная) система, обеспечивающая дистанционный одновременный двух- или многосторонний обмен, передачу, обработку, преобразование и представление интерактивной (видео, аудио и проч.) информации в реальном режиме времени.

Телементорство (теленаставничество) – дистанционное взаимодействие (непосредственное управление действиями) между преподавателем и учащимся с целью оказания помощи в процессе обучения.

Касательно дистанционного обучения в медицине ранжировать технологии проведения видеоконференций (по мере убывания качества) можно следующим образом: Н.32х протоколы (программно-аппаратные решения), Н.32х протоколы (программные решения), VoIP-протокол (программные решения).

Цели обучающих видеоконференций (рис.12.1-12.3) [54,91]:

- предоставить слушателям полностью новую информацию по проблемным вопросам;
- сформировать мотивации слушателей к глубокому изучению соответствующих программных материалов;
- развить у слушателей внимательность, профессиональное восприятие информации, клиническое мышление.

Телемост дает обучающимся возможность получить новейшую информацию «из первых рук». Позволяет услышать лекции ведущих государственных и мировых специалистов в той или иной отрасли медицинской науки. Более того, в процессе телелекции аудитория не только слушает лектора, но и активно с ним взаимодействует, проводит дискуссию, задает вопросы. С помощью ВКС возможна демонстрация уникальных, недоступных в данном учреждении манипуляций и операций. Обучающиеся телемосты проводятся в рамках учебной программы или по индивидуальной тематике, которая имеет высокую актуальность.

Видеоконференция является основной технологией для осуществления телелекций и телесеминаров:

1. Дистанционные лекции могут проводиться как в рамках тематических курсов, так и по индивидуальной тематике, имеющей актуальное значение. Основной целью дистанционных лекций является доведение до обучающихся тематического материала, который будет являться базовым для последующего более глубокого изучения, как в рамках семинаров, так и в рамках индивидуального изучения.

2. Методика проведения дистанционных семинаров в своей основе аналогична методике проведения дистанционных лекций. Однако дистанционный семинар имеет и дополнительные функции, связанные с большей интерактивностью и большим участием обучающихся.



Рисунок 12.1. Дистанционный доклад по видеоконференц-связи во время научно-практической конференции

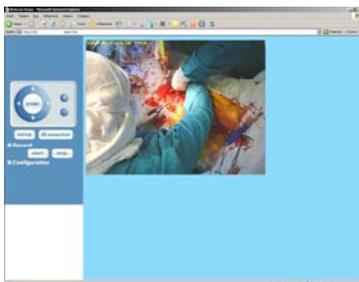


Рисунок 12.2. Видеотрансляция хирургической операции



Рисунок 12.3. Дистанционное чтение лекции с помощью видеоконференции

В процессе проведения семинара, целесообразно использовать реальное медицинское оборудование, причем не только у преподавателя семинара, но и оборудование, находящееся у обучающихся. Эта уникальная возможность может быть предоставлена только в рамках дистанционного образования. Следует особо отметить, что и преподаватель, и слушатели в процессе семинара могут находиться в своих клиниках и институтах, на своих рабочих местах и использовать собственное оборудова-

ние. В процессе семинара можно планировать проведение тех или иных медицинских исследований не преподавателем, а обучающимися под контролем преподавателя.

3. Практические занятия и индивидуальные телемедицинские консультации (телементорство). Практические занятия по тем или иным методам диагностики, лечения или хирургических операций предусматривают, что преподаватель дает задание обучающемуся провести конкретную работу самостоятельно на своем оборудовании. В этом случае весь ход исследований или операции могут видеть и преподаватель и другие обучающиеся. Важной особенностью такого процесса является дистанционная коррекция действий ученика преподавателем. Максимальная эффективность телементорства обеспечивается при выполнении следующих условий: непрерывного визуального наблюдения обучающихся за всеми процессами диагностики в реальном времени, двустороннего звукового обмена между всеми участниками учебного процесса, возможностью для обучающихся производить оперативную запись наиболее важных этапов диагностического процесса, возможностью для обучающихся проводить последующий индивидуальный цифровой монтаж произведенных записей (видео, аудио, текстовых) для сохранения и повторения ранее пройденного, возможностью общения преподавателя и обучающихся, дистанционного управления оборудованием.

Типовой **сценарий** обучающей ВКС состоит из двух этапов: подготовительного и собственно видеоконференции:

1. Подготовительный этап. Лектор по электронной почте отправляет основные положения лекции (тезисы) в виде простого текста. Тезисы тиражируют и распространяют среди аудитории.

2. Видеоконференция. Изложение лекции в сопровождении мультимедийной презентации. Дискуссия.

Интересна возможность проведения комплексных телелекций, когда привлекаются несколько смежных специалистов. Например, тема лекции «Хирургические заболевания сосудов», а лекторы - сосудистый хирург и терапевт-кардиолог.

С технической точки зрения видеоконференция может быть организована в двух режимах: «точка-точка» и «точка-многоточка» (рис.12.4). В первом случае связь организуется между двумя учреждениями (лектор, докладчик работает с одной

аудиторией). Во втором случае с помощью системы видеоконференц-связи объединяются несколько участников, разделенных географически. Это чрезвычайно эффективная возможность видеоконференц-связи, обеспечивающая возможность одновременного чтения лекций и проведения телесеминаров одним преподавателем для нескольких аудиторий.

Разновидностью обучающей ВКС является обучение, основанное на наблюдении за реальными диагностическими и лечебными процессами. Например, наблюдение обучающимися хода операции по каналам видеосвязи (видеокамера-телевизор). То есть камера размещена в операционной, а изображение с нее передается по кабелю в учебную комнату.



Рисунок 12.4. Дистанционная лекция с использованием многоточечной видеоконференции

Полученные при таком обучении видеофрагменты протоколируются в цифровом виде на специальном компьютере, а затем используются в учебном процессе и для создания мультимедийных программ и лекций. Обучающимся предоставляется возможность проследить за реальными действиями врача в его повседневной обстановке.

При этом исключаются многие негативные факторы (стресс для пациента из-за присутствия посторонних наблюдателей, особенно это характерно для студенческого учебного процесса, отсутствие помех деятельности мед.персонала, хороший обзор операционного поля и возможность полностью следить за ходом манипуляции для обучающихся и т.д.).

12.2.2. Вебинар

Вебинар – это особый тип веб-конференций для проведения синхронных семинаров, лекций, конференций посредством одновременного использования специального программного обеспечения. Во время вебинара каждый из участников находится у своего персонального компьютера, для связи используется IP-протокол, обмен данными производится посредством загружаемого приложения, установленного на компьютере каждого участника, или через веб-приложение (рис.12.5).

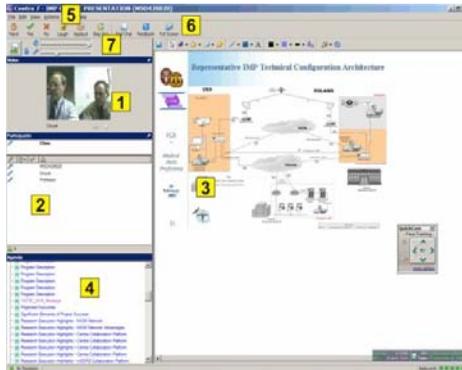


Рисунок 12.5. Пример рабочего окна программы для проведения вебинаров: 1 – видеоизображение докладчика, 2 – список участников, 3 – текущий слайд мультимедийной презентации, 4 – список слайдов и презентаций всех докладчиков, 5 – кнопки проявления эмоций, согласия/несогласия с докладчиком и просьбы задать вопрос (эти функции могут использовать все участники в любой момент веб-конференции), 6 – дополнительные опции и настройки программы, 7 – индикация громкости и качества аудио-трансляции⁸¹

Особенностью вебинаров является односторонняя связь (со стороны ведущего, докладчика либо лица, задающего вопрос), при этом права управлять системой (читать текст, переключать слайды, использовать дополнительные функции и т.д.) в данный момент времени распространяются только на одного участника вебинара.

Сценарий вебинара обычно выглядит следующим образом:

1. Организаторы составляют программу, проводят подготовительную работу с докладчиками и иными лицами.

⁸¹ Источник иллюстрации – Saba Corp.-www.saba.com.

2. Докладчики загружают и устанавливают у себя приложение для вебинара. Затем, посредством данного приложения, они загружают на сервер, поддерживающий работу системы веб-конференций, мультимедийные презентации.

3. Пользователи (аудитория) получают уведомления о мероприятии, загружают и устанавливают у себя приложение для вебинара, проводят тестовые соединения (по согласованию с организаторами).

4. Проведение вебинара:

- участники одновременно подключаются к системе;
- ведущий (организатор, модератор и т.д.) говорит вступительное слово и передает право управления программой первому докладчику;
- докладчик читает текст, демонстрирует мультимедийную презентацию, использует опции (удаленный рабочий стол, чат, голосования и опросы и т.д.);
- во время выступления слушатели могут высказывать эмоции, апплодировать либо заявить об имеющемся вопросе посредством размещения специальных значков;
- по окончании выступления ведущий поочередно предоставляет слушателям право задать вопрос, проводится дискуссия;
- ведущий передает право управления программой следующему докладчику и т.д.

Современные приложения для вебинаров снабжены функцией демонстрации видеоизображения докладчика, а также дополнительными средствами для общения участников на основе VoIP-протокола. Вебинары широко используются в медицине и фармации для проведения коротких курсов дистанционного обучения для виртуальных классов, тематических семинаров и научно-практических конференций, а также для чтения отдельных лекций отдаленным аудиториям.

12.2.3. Веб-платформа (виртуальная среда для обучения)

Веб-платформа для обучения (синоним: виртуальная среда для обучения) – программно-аппаратный комплекс с функциями и инструментами для создания, редактирования,

управления, использования и поддержания дистанционных учебных курсов и модулей

Веб-платформа представляет собой программно-аппаратную среду в которой преподаватель и его технический ассистент могут самостоятельно разработать отдельные модули для дистанционного обучения либо поддержки очного учебного процесса, а также сформировать из группы модулей оригинальную учебную программу. Инструменты веб-платформ позволяют размещать в модулях: текстовую, звуковую, статическую и динамическую визуальную информацию, опросники, задания, тесты, форумы, анкеты, глоссарии и т.д. По сути веб-платформа для обучения – это программно-инструментальные средства разработки и поддержания дистанционных учебных курсов, предназначенные для использования не-программистами для создании учебных курсов (рис.12.6).

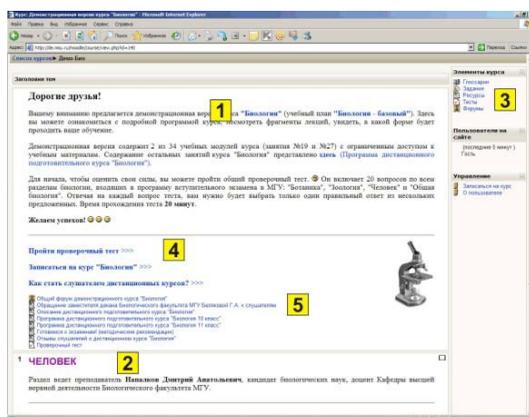


Рисунок 12.6. Пример демонстрационного дистанционного курса, поддерживаемого с помощью веб-платформы: 1 – вступление и краткое описание курса, 2 – преподаватель курса, 3 – дополнительные инструменты (глоссарий, задания, тестовый контроль и т.д.), 4 – тест исходного уровня, 5 – учебная информация, детальная информация о курсе⁸²

NB! В настоящее время веб-платформы представляют собой основной инструмент дистанционного обучения, осуществляемого индивидуально.

⁸² Источник иллюстрации – Центр дистанционного образования МГУ им.Ломоносова. - www.de.msu.ru/moodle, на рисунке изображена веб-платформа Moodle (www.moodle.org).

12.2.4. Специализированный сайт

Специализированный сайт - удаленные источники медицинской информации в Интернете (медицинские библиотеки, сайты медицинских сообществ и специальностей, базы данных, интерактивные обучающие серверы).

Интернет представляет собой практически неисчерпаемый источник уникальной и полезной тематической информации. Обучающийся использует его для самостоятельной работы – изучение дополнительной информации по теме, подготовка рефератов, научная работа, изучение литературы и т.д. Преподаватель – для подготовки и, что особо важно, иллюстрирования лекций и занятий, для повышения уровня собственных знаний, научной работы.

Для профессионального медицинского образования представляют первоочередной интерес следующие виды ресурсов:

- тематические сайты, посвященные различным нозологиям, методам диагностики, лечения и профилактики, также – сайты лечебно-профилактических учреждений, медицинских научно-исследовательских институтов и вузов, научно-практических журналов;
- электронные библиотеки и библиографические базы данных;
- демонстрации и разборы клинических случаев на профессиональных (телемедицинских) веб-платформах;
- сайты, листы рассылки, форумы и группы социальных сетей медицинских Интернет-сообществ;
- интерактивные обучающие серверы.

NB! Интернет является основным источником информации для современного врача. Умение найти нужную профессиональную информацию, обменяться электронным письмом, провести телеконсультацию является таким же стандартным навыком для медицинского работника как выполнение внутримышечной инъекции или измерение температуры тела.

12.2.5. Электронная рассылка

Электронная рассылка – периодическая регулярная рассылка обучающих материалов (в цифровом виде) с последующей обратной связью.

Сценарий работы электронной рассылки:

1. Кафедра либо медицинский вуз формирует список подписчиков (врачи-интерны, курсанты, медицинские работники территориально близких лечебно-профилактических учреждений и т.д.).

2. С установленной периодичностью новые учебные материалы (статьи, протоколы, презентации и т.д.) рассылаются подписчикам.

3. Реализуется обратная связь для оценки степени усвоения материала (тестовый контроль, контрольные вопросы и т.д.).

Для реализации электронной рассылки используется электронная почта, сервисы мобильной телефонии (sms-сообщения) либо специальное программное обеспечение (клиент-сервер). В последнем случае на мобильном телефоне либо КПК подписчика устанавливается программное обеспечение с помощью которого осуществляется автоматическая загрузка новых материалов; имеются функции просмотра и контроля усвоенных знаний.

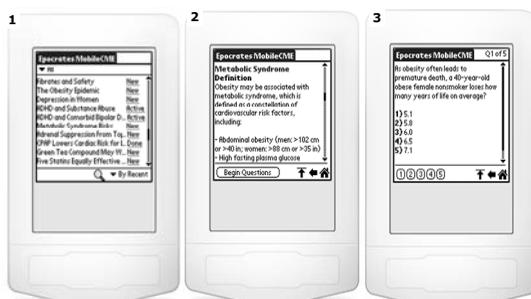


Рисунок 12.7. Электронная рассылка с использованием программного обеспечения «клиент-сервер» и КПК: 1 – список учебных материалов, доступных для данного подписчика (обновляется автоматически), 2 – фрагмент текста выбранной статьи, 3 – тестовый контроль усвоенного материала⁸³

Электронные рассылки позволяют реализовать непрерывное медицинское обучение (в том числе в условиях кредитно-модульной системы) и постоянно поддерживать связь между кафедрой последипломного повышения квалификации и врачами.

⁸³ Источник иллюстрации – ePocrates Corp.-www.epocrates.com.

12.2.6. Мультимедийная обучающе-контролирующая система (медиа-педагог)

Мультимедийная обучающе-контролирующая система (медиа-педагог) (МОКС) – это интерактивный программно-аппаратный комплекс, содержащий в себе произвольный набор иллюстрированной учебной информации с возможностью контроля ее изучения.

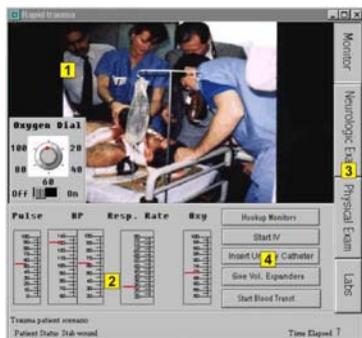


Рисунок 12.8. Пример мультимедийной обучающе-контролирующей системы: 1 – иллюстрация клинической ситуации, 2 – данные о пациенте (гемодинамика, дыхание), 3 – кнопки для просмотра данных о физикальном, неврологическом статусе пациента, лабораторных данных, 4 – предлагаемые варианты действий для обучающегося



Рисунок 12.9. Примеры мультимедийных обучающе-контролирующих систем: интерактивная система «виртуальный пациент» для обучения навыками сбора жалоб и анамнеза; программа для обучения интенсивной терапии с использованием трехмерной графики и элементов виртуальной реальности⁸⁴

⁸⁴ Источник иллюстрации - Virtual Experiences Research Group Develops Application to Improve Medical Students' Communication Skills.-www.cise.ufl.edu/news/

По сути МОКС – это компьютерная программа, работающая с пользователем через локальную компьютерную сеть или Интернет. Программа содержит в себе хорошо иллюстрированную учебную информацию с гиперссылками, а также – активные средства контроля знаний, обычно в виде анимированных клинических задач, решаемых поэтапно.

Для технической реализации МОКС используется как специально разработанной программное обеспечение, трехмерная графика, виртуальная реальность, элементы технологий компьютерных игр, так и широко доступные Интернет-технологии (разработки веб-сайтов).

МОКС реализуются не только в виде классических учебников, этапных заданий, лекций или семинаров, но и в виде систем помощи в принятии решений. Такие системы представляют собой структурированную информацию о произвольном наборе клинических случаев. Системы помощи в принятии решений актуальны не только для клинической медицины, но и для дистанционного образования (особенно последипломного). Обучающийся имеет возможность ознакомиться с типовыми и редкими клиническими случаями, уточнить вопросы диагностики, узнать тактику лечения, особенности оперативных вмешательств и т.д.

12.2.7. Сетевой электронный учебник

Сетевой электронный учебник – учебное пособие (текстовая, звуковая, статическая и динамическая визуальная информация, контрольные вопросы, гиперссылки), размещенное в локальной или территориально-распределенной сети.

Сетевой электронный учебник, как правило, не имеет активных средств контроля знаний или инструментов для общения с преподавателем. По сути, сетевой электронный учебник – это разновидность ресурса Интернет по медицинской тематике.

NA00119/index.shtml, на рисунке изображена система DIANA™, Highlights From MMVR 2003: Technology Demonstration.- www.medscape.com/viewarticle/449220_6, на рисунке изображена система PARIS™

12.3. Роль преподавателя в системе дистанционного обучения

Тьютор – (от англ. tutor), синоним термина «преподаватель» либо специалист в данной области знаний, непосредственно взаимодействующий посредством телекоммуникационных технологий со студентами по поводу изучаемого ими содержания курса дистанционного обучения.

Ключевые **роли** преподавателя ДО по Пересу, 2001 [331]:

1) преподаватель подает личный пример учащимся, помогая поддержать рабочую и учебную среду взаимоуважения и создать комфортную психологическую обстановку;

2) преподаватель содействует обучению, помогая всем студентам эффективно общаться и внимательно слушать, с тем, чтобы направлять студентов на пути к достижению их учебных целей;

3) преподаватель руководит студентами, помогая студентам полнее включиться в образовательный процесс, содействуя принятию решений, помогая в выборе подходящей информации, достижении целей, а также предлагая студентам задумываться над собственным учебным процессом и рекомендуя способы его улучшения;

4) преподаватель управляет процессом обучения, следя за успехами студента, его деятельностью и качеством работы, и помогает решать возникающие сложности;

5) преподаватель является экспертом в преподаваемой предметной области, постоянно оценивая и обновляя свои знания, которыми он делится со студентами;

6) преподаватель является советником по вопросам обучения, устанавливающим и объясняющим критерии успешного обучения, с тем, чтобы студент мог достичь целей обучения, и помогает студентам преодолевать препятствия;

7) преподаватель представляет студентам мотивацию учебы, побуждая их применять свои идеи на практике, вовлекая их в обсуждения, требующие размышлений, и интерактивные дискуссии; поддерживает студентов в их исследованиях и начинаниях;

8) преподаватель является новатором в области обучения, разрабатывает курсы, учебные пособия, и системы оценки зна-

ний, с тем, чтобы применить широкое многообразие педагогических стратегий, учитывающих социо-экономические факторы, и различные культуры студентов. Это означает применение различных техник и технологий преподавания с тем, чтобы обогатить процесс обучения.

Навыки преподавателя ДО:

- общительность и способность устанавливать межличностные взаимоотношения (способность к сотрудничеству и работе в коллективе, навыки речи, искусство задавать вопросы);
- способность управлять курсами (планирование и организация, знания, связанные с поддержкой студентов, а также знания, связанные с защитой интеллектуальной собственности, правами на использование, и защитой авторских прав);
- навыки в использовании информационных технологии (базовые навыки и знание технологии, базовые знания в области ДО);
- навыки подачи материала (развитие сотрудничества, содействие созданию атмосферы обучения, ориентированной на студента, знания в области теории обучения взрослых).

Следует отметить, что дистанционное образование расширяет и обновляет роль преподавателя, делает его наставником, который должен координировать познавательный процесс, постоянно совершенствовать те курсы, которые он преподает, повышать творческую активность и квалификацию в соответствии с нововведениями и инновациями. Технологии дистанционного образования качественно улучшают учебно-педагогический процесс в медицинских вузах. Важно подчеркнуть, что постоянное использование Интернет в профессиональных целях является обязательным для современного врача и руководителя здравоохранением. Видеоконференции и вебинары являются оптимальным инструментом для расширения возможностей додипломного этапа медицинского образования и для периодических курсов повышения квалификации на последипломном этапе. Веб-платформы, мультимедийные обучающе-контролирующие программы и электронные учебники предназначены для расширения возможностей учебного процесса.

NB! Комплексное использование вебинаров, учебных курсов на веб-платформах и электронных рассылок обеспечивает реализацию непрерывного медицинского образования.

Глава 13. Эффективность телемедицины

Проблема оценки качества телемедицинской деятельности была сформулирована еще в 1970-х годах. С тех пор оценка эффективности телемедицины проводилась большим количеством авторов, при этом наиболее часто рассматривались вопросы экономики, доступности помощи и диагностической ценности.

13.1. Классификация методов оценки эффективности телемедицины

Bashshur et al., 1995 [146] определили три составляющие телемедицинской эффективности: цена, качество, доступность.

Классификация результатов телемедицины по N.Aoki et al., 2003 [135]:

1. Клинические результаты

- клиническая эффективность;
- удовлетворенность пациента;
- диагностическая точность;
- стоимость.

2. Неклинические результаты

- технические;
- организационные.

Авторская классификация методов оценки эффективности телемедицины (МОЭТ):

1. Клинические МОЭТ:

- 1.1. Методы оценки деятельности лечебного учреждения;
- 1.2. Методы оценки врачебной (лечебно-диагностической) деятельности и исходов лечения;
- 1.3. Методы оценки диагностической ценности;
- 1.4. Методы оценки моральной эффективности.

2. Неклинические МОЭТ:

- 2.1. Методы оценки экономической эффективности;
- 2.2. Методы математического моделирования;
- 2.3. Методы исследования психологического статуса;
- 2.4. Методы оценки технологической эффективности;
- 2.5. Методы оценки организационной эффективности.

13.1.1. Клинические методы оценки эффективности телемедицины

Методы оценки деятельности лечебного учреждения. Сравнение различных параметров деятельности лечебного учреждения и поиск статистических зависимостей между ними при использовании одной или нескольких телемедицинских процедур или при оказании медицинской помощи без телемедицины. Сюда могут относиться: уровень хирургической активности (на фоне использования телемедицинской процедуры), показатели смертности и летальности, длительность догоспитального этапа, время от начала заболевания до оказания специализированной помощи и т.д.

Основной МОЭТ - статистическое сравнение показателей при и без использования телемедицины в медицинском обслуживании или сравнение результатов применения различных телемедицинских систем.

Статистические методы: сравнительные.

Методы оценки врачебной (лечебно-диагностической) деятельности и исходов лечения. Сравнение различных параметров и поиск статистических зависимостей между ними при использовании одной или нескольких телемедицинских процедур или при оказании медицинской помощи без телемедицины. К таким параметрам можно отнести:

- удельный вес различных анатомических и функциональных результатов лечения,
- уровень и структуру осложнений,
- удельный вес диагностических ошибок,
- смертность и летальность,
- динамика лабораторных показателей,
- продолжительность жизни (выживаемость),
- качество жизни,
- изменения антропометрических показателей.

Способом изучения эффективности телеконсультирования является проведение серии однотипных телеконсультаций. При этом консультантам предоставляется либо один и тот же клинический случай (наиболее эффективно!), либо пациенты с аналогичными общими и локальными статусами.

Основные МОЭТ:

- сравнение показателей деятельности медицинских работников и клинических параметров при и без использования телемедицины или сравнение результатов применения различных телемедицинских систем;

- серии однотипных телеконсультаций.

Статистические методы: сравнительные, карра-статистика, качественные.

Методы оценки диагностической ценности. Сравнительный анализ качества, точности и специфичности диагностики, описания локального статуса и рекомендаций по тактике лечения при непосредственном и дистанционном осмотрах. При этом методе непосредственной и удаленной группе врачей предоставляется серия визуальных материалов (рентгенограммы, томограммы, цифровые фотографии) в электронном виде и на твердых носителях соответственно, а также несколько вопросов. После получения всех заключений проводится их анализ. Аналогично может выполняться сравнительное изучение параметров при очном и телемедицинском реальновременном обследовании пациента.

Сравнение диагностической ценности цифровых изображений с различными характеристиками (размер, разрешение, цветность).

Основные МОЭТ:

- сравнение качества диагностики по визуальным материалам в электронном виде и на твердых носителях;

- сравнение качества и объема обследования пациента непосредственным и удаленным специалистами;

- сравнение диагностической ценности цифровых данных различного качества.

Статистические методы: ROC-анализ, карра-статистика, характеристические кривые, сравнительные, качественные.

Методы оценки моральной эффективности. Для изучения эффективности телемедицины в том числе используют оценку моральной эффективности или удовлетворенности («satisfaction») пациентов и врачей от проведенных телемедицинских процедур. Для оценки удовлетворенности пациента используют различные анкеты и опросы. Например: SF-36, Ware Specific Visit Questionnaire, Patient Enablement Instrument, Short

Form-12 и т.д. Для врачей (абонентов и консультантов) разрабатывают специальные анкеты, включающие вопросы общей оценки качества, сравнения телемедицинской формы предоставления услуги с обычной, описание проблем и т.д.

Основные моральные МОЭТ:

- анкетирование с последующей статистической обработкой результатов;
- опрос-интервью с протоколированием и статистической обработкой результатов.

Статистические методы: качественные.

13.1.2. Неклинические методы оценки эффективности телемедицины

Методы оценки экономической эффективности. Существуют такие методы оценки экономической эффективности телемедицины:

- снижение расходов;
- получение прибыли;
- рентабельность затрат;
- целесообразность затрат.

Первых два метода рассматриваются путем сравнения затрат, в частности, на организацию консультации пациента в учреждении более высокого уровня путем транспортировок и посредством телемедицинских консультаций. Другой распространенный способ оценки - окупаемость затрат на замену традиционной технологии работы телемедицинской. Рекомендуется проводить экономический анализ телемедицинской деятельности с использованием классических методов - методы минимизации затрат, анализ затрат и результативность, анализ затрат и выгода, анализ затрат и полезность.

Предложены различные подходы к оценке экономической эффективности телемедицинских процедур. Приведем несколько решений, вполне приемлемых для использования в реальных научных исследованиях.

Себестоимость телемедицинской услуги может быть определена в общем случае следующей формулой Камаева и соавт. [70]:

$$C=(3П_{мл}+3П_{ип}+3П_{пп})*(1+CO)+AO+ИИ++PM+OУР+УСО+Пр,$$

где $Z\Pi_{\text{мп}}$ - зарплата медицинского персонала; $Z\Pi_{\text{ин}}$ - зарплата инженерно-технического персонала; $Z\Pi_{\text{пр}}$ - зарплата прочего персонала (административного, вспомогательного); CO - отчисления в социальные фонды; AO - амортизация оборудования; $ИИ$ - износ инвентаря; PM - стоимость расходных материалов; $ОУР$ - общеучрежденческие расходы; $УСО$ - услуги сторонних организаций (провайдеров, консультативного центра); Pr - прибыль.

Методика оценки и сравнения экономической эффективности телемедицины и стандартной формы медицинского обслуживания по Джеджелаве [56]: Формула для определения годовых затрат на телемедицину:

$$T = Nt * Vt + Ct$$

где: T - годовые затраты на телемедицину, Nt - количество пациентов, которым проведены телемедицинские процедуры на протяжении года, Vt - переменные затраты на одного пациента, Ct - совокупные постоянные затраты на телемедицину в год.

Формула для определения годовых затрат на стандартное медицинское обслуживание:

$$A = Na * Va + Ca$$

где: A - годовые затраты на стандартное медицинское обслуживание, Na - количество пациентов, которые получили стандартное медицинское обслуживание, Va - переменные затраты на одного пациента, Ca - совокупные постоянные затраты на стандартное медицинское обслуживание в год.

С помощью предложенной методики возможно сравнительное финансовое изучение телемедицины и произвольной стандартной системы медицинского обслуживания. Например, асинхронное телеконсультирование и система экстренной медицины (санавиации).

Вполне адекватным методом является сравнение цены и амортизационных расходов на различные виды оборудования.

Рентабельность изучается в сочетании с иными количественными и качественными характеристиками – качество и длительность жизни, клинические показатели и т.д. То есть проводится не только сравнение затрат, но и «качественно-количественная выгода» от их использования.

Целесообразность вычисляется вместе с иными качественными характеристиками (например, качество жизни в сочетании с показателями клинической эффективности).

Основные экономические МОЭТ:

- определение себестоимости телемедицинской услуги и сравнение ее с аналогичной медицинской услугой;
- сравнение стоимости и расходов очной и телемедицинской форм организации работы, при эксплуатации различных видов оборудования;
- оценка и сравнение телемедицинской и очной формы медицинского обслуживания;
- комплексная оценка экономико-качественной эффективности (целесообразности);
- комплексная оценка экономико-качественно-количественной эффективности (рентабельности).

Рекомендуем при проведении экономических исследований в области телемедицины проводить прогнозирование финансовой ситуации.

Статистические методы: сравнительные, качественные.

Методы математического моделирования. Алгоритмизация и математическое моделирование телемедицинских процедур для поиска решений по оптимизации временных и финансовых составляющих.

Методы: теория графов, сетевые модели, модель сетей Петри, теория расписаний и топологической сортировки.

Методы исследования психологического статуса. Важным и интересным аспектом является исследование психологического статуса различных участников телемедицинских процедур – пациента, консультанта, абонента, координатора, вспомогательного персонала (тест Люшера, тест Спилбергера - Ханина, шкала тревожности, методика многостороннего исследования личности, многофакторная оценочная шкала психосоциальных изменений и др.).

Статистические методы: сравнительные, качественные.

Методы оценки технологической эффективности. Тестирование оборудования, исследование оборудования для телемедицины путем передачи серий изображений, блоков информации; сравнение информативности различных телемедицинских

систем (видеоконференц-связь, Интернет, телефонная связь) – объемы, скорость передачи информации, потеря качества, возможности регистрации и т.д.

Статистические методы: сравнительные, качественные, ROC-анализ, характеристические кривые.

Методы оценки организационной эффективности. Для оценки организационной (менеджерской) эффективности телемедицины в сравнении изучают:

- временной параметр (длительность медицинской процедуры, визита, обхода, осмотра и т.д.);

- количество, длительность, результативность транспортировок пациентов между медицинскими учреждениями разного уровня и специализации.

Статистические методы: сравнительные.

13.2. Комплексная оценка эффективности телемедицинской консультации

Телеконсультирование, представляющее собой дистанционное обсуждение сложных клинических случаев, является самой распространенной телемедицинской процедурой. Комплексная методика оценки эффективности телемедицинской консультации включает качественные критерии клинической, экономической, технической и организационной целесообразности; она включает три группы показателей: релевантность, экономическая целесообразность, качественные показатели.

13.2.1. Релевантность

Релевантность телемедицинской консультации - соответствие ответа удаленного консультанта информационно-медицинским потребностям абонента.

Объективная оценка релевантности телеконсультации чрезвычайно важна. «Количество информации может быть соотнесено только с той совокупностью целей объекта, степень достижения которых изменяется в результате реализации этой информации. При этом объект может приближаться к достижению соответствующей цели или удаляться от нее (например, в случае реализации полученной дезинформации). Таким образом, количество полученной информации может быть как положитель-

ной, так и отрицательной величиной» [349]. Если под «объектом» мы понимаем пациента, а под его «целями» - выздоровление, то «количество полученной информации» и есть релевантность телеконсультации. Т.е. релевантность позволяет нам численно показать насколько рекомендации эксперта позволили «объекту приблизиться к цели». А в случае «отрицательной» релевантности – принять меры к оптимизации существующей телемедицинской системы. Действительно, ведь «количество получаемой объектом информации определяется как мера устранения неопределенности по выбору действий ведущих к достижению его целей [349]». Таким образом, релевантность (по сути - качество рекомендаций) является мерой дистанционной помощи в принятии адекватного клинического решения.

Существуют два вида оценки релевантности (Rel): субъективный и объективный. Для субъективной оценки используется приблизительная индивидуальная оценка по 3-х балльной шкале (схема 13.1). С помощью данной шкалы можно определить количество и удельный вес высоко-, средне- и низкорелевантных ответов в группе однородных телеконсультаций (по клиническому диагнозу, технологическому варианту проведения и т.д.)

Для объективной оценки применяется специальный опросник, который включает в себя 8 вопросов с несколькими вариантами ответов (схема 13.2): сроки, соответствие ответов, наличие дополнительной информации, влияние на лечебно-диагностическую программу, запрос дополнительных диагностических данных, содержание ответа, проведение консилиума.

Каждый ответ оценивается от 1 до 3 баллов. Сумма баллов в пределах 18-24 указывает на высокую, 13-17 – среднюю, а 8-12 – низкую релевантность проведенной телеконсультации.

Схема 13.1. Шкала для субъективной оценки релевантности телеконсультации

Баллы	Характеристика телеконсультации
1 балл	Несоответствие ответов поставленным вопросам
2 балла	Неполное соответствие ответов поставленным вопросам, нечеткость формулировок и рекомендаций
3 балла	Полное соответствие ответов вопросам, наличие дополнительной подтверждающей информации (текстов статей, ссылок на публикации и ресурсы Интернета, демонстрация аналогичных клинических случаев)

Схема 13.2. Опросник для определения релевантности телеконсультации (ТК)

1.Срочность, ТК проведена:		
	ранее оговоренных/необходимых сроков	3
	в оговоренные/необходимые сроки	3
	позже оговоренного/необходимого срока	2
	после в сроки полной потери актуальности	1
2.Соответствие ответов:		
	полное соответствие ответов поставленным вопросам	3
	частичное соответствие ответов поставленным вопросам, нечеткость формулировок и рекомендаций	2
	несоответствие ответов поставленным вопросам	1
3.Наличие дополнительной информации по теме ТК (текстов статей, ссылок на публикации и ресурсы Интернет, демонстрация аналогичных клинических случаев):		
	да	3
	нет	1
4.Влияние ТК на лечебно-диагностическую программу:		
	полностью принята тактика консультанта/существенное изменение тактики	3
	коррекция отдельных этапов	2
	подтверждение программы	2
	отказ от рекомендаций удаленного консультанта	1
5.Запрос дополнительных диагностических данных:		
	не было запроса/диагностические методы, доступные абоненту	3
	методы, доступные абоненту с вложением значительных затрат (труд, финансы)	2
	методы, недоступные абоненту	1
6.Консультантом предложено:		
	одна программа лечебно-диагностических действий	3
	несколько программ лечебно-диагностических действий	2
	изложены предпосылки к формированию программы	1
7.Проводился консилиум (несколько дистанционных консультантов):		
	да	3
	нет	1
8.Была ли транспортировка пациента после ТК или личный вызов консультанта:		
	да	1
	нет	3

Опросник пригоден и для более качественной оценки эффективности одиночной телеконсультации. При проведении некоего исследования опросник должен быть заполнен врачом-абонентом, представлявшим клинический случай для телекон-

сультирования. Надежность данного метода составляет 0,9 (альфа Кронбаха). С помощью субъективной и объективной оценки релевантности можно исследовать качество отдельной телемедицинской консультации или определить удельный вес высоко-, средне- и низкорелевантных телеконсультаций в некой совокупности (выборке). Также есть возможность определить критерий релевантности телемедицинской системы Rel_{sys} (по принципу расчета коэффициента полезного действия) за произвольный период времени:

$$Rel_{sys} = \frac{TK_{rel}}{TK},$$

где TK_{rel} – количество телеконсультаций заданной релевантности (высокой и/или средней), TK – общее количество телеконсультаций.

Соответственно, чем ближе критерий Rel_{sys} к единице, тем более эффективна данная система телеконсультирования.

13.2.2. Экономическая целесообразность

Наиболее часто определяют себестоимость (S_{ik}) и рентабельность (R_{ik}) телеконсультации. Определение стоимости телеконсультации можно проводить, исходя из принятых в государстве инструкций по расчету себестоимости медицинской услуги (на уровне министерства здравоохранения). В качестве примечания добавим, что расчет стоимости простой медицинской услуги (C) осуществляется по формуле:

$$C = Cп + Cк = Zт + Nz + M + И + O + П,$$

где: $Cп$ - прямые расходы, $Cк$ - косвенные расходы, $Zт$ - расходы на оплату труда, Nz - начисления на оплату труда, M - расходы на медикаменты, перевязочные средства и пр., $И$ - износ мягкого инвентаря, O - износ оборудования, $П$ - прочие расходы.

Также можно воспользоваться уже разработанными методами. Например, себестоимость телемедицинской услуги по формуле Камаева с соавт. (см. выше). Рентабельность представляет собой отношение прибыли к себестоимости. Рентабельность (R_{ik}) оказываемых учреждением здравоохранения услуг определяется по следующей формуле:

$$R_{ik} = \frac{Ц - С}{Ц}$$

где Ц – цена оказываемых услуг, С – себестоимость оказываемых услуг.

После расчета S_{tk} и R_{tk} телемедицинской консультации (или их совокупности) проводят сравнение с себестоимостью и рентабельностью аналогичной очной медицинской услуги. Например, есть возможность экономически сравнить телемедицинскую консультацию с очной консультацией пациента в учреждении более высокого уровня (транспортировкой).

13.2.3. Качественные показатели

Качественные показатели рассчитываются для некой совокупности (выборки) телемедицинских консультаций, например, проведенных в определенный период времени или с помощью данной технологии. К качественным показателям относятся:

- показатель наличия/отсутствия ответа консультанта (А);
- показатель средней длительности (Т)
- среднее количество ответов консультантов (Аq) и их конкордантность (k,W);
- своевременность телеконсультаций (Pt);
- качество телеконсультаций (Pq).

Первые три показателя наиболее простые.

Показатель наличия/отсутствия ответа консультанта может иметь два значения: 0 – отсутствие ответа, 1 – наличие ответа. Имея совокупность телеконсультаций с помощью А-показателя и знакового статистического критерия, можно определить удельный вес состоявшихся и несостоявшихся телеконсультаций.

Т-показатель рассчитывается для совокупности телеконсультаций как среднее арифметическое:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n},$$

где в числителе - сумма длительностей всех телеконсультаций, в знаменателе - количество телеконсультаций.

Аналогично рассчитывается показатель среднего количества ответов – Аq:

$$\overline{Aq} = \frac{\sum_{i=1}^n Aq_i}{n},$$

где в числителе - сумма количеств ответов, в знаменателе - количество телеконсультаций.

Конкордантность (согласованность) рекомендаций консультантов рассчитывается с помощью стандартных статистических методик: при наличии двух экспертов используется карра-статистика (k), при наличии трех и более экспертов – коэффициент Кендала (W).

Своевременность телеконсультаций рассчитывается по формуле:

$$P_t = \frac{m(t \leq t_{дон})}{n_i},$$

где в числителе - количество своевременных телеконсультаций за допустимое (определенное) время, в знаменателе - общее количество телеконсультаций за тот же период времени.

Качество телеконсультаций P_q рассчитывается по формуле:

$$P_q = \frac{m}{n},$$

где m - количество телеконсультаций допустимого качества, n - общее количество телеконсультаций.

Под «качеством телеконсультации» можно понимать релевантность (удельный вес высоко-, средне- или низкорелевантных телеконсультаций) и/или некую произвольную оценку, например, количество телеконсультаций при которых было получено более одного ответа.

С помощью двух последних критериев рассчитывается вероятность эффективной телеконсультации (P_{tk})

$$P_{tk} = P_t * P_q,$$

чем ближе P к единице, тем выше вероятность проведения эффективных телеконсультаций. То есть, в таком случае, мы можем оценить деятельность телемедицинской системы в целом и, более того, спрогнозировать эффективность проведения телеконсультирования, например при использовании того или иного инженерного, клинического, организационного, экономического решения.

На рисунке 13.1 изображен алгоритм оценки эффективности телеконсультации на основе предложенной методики.

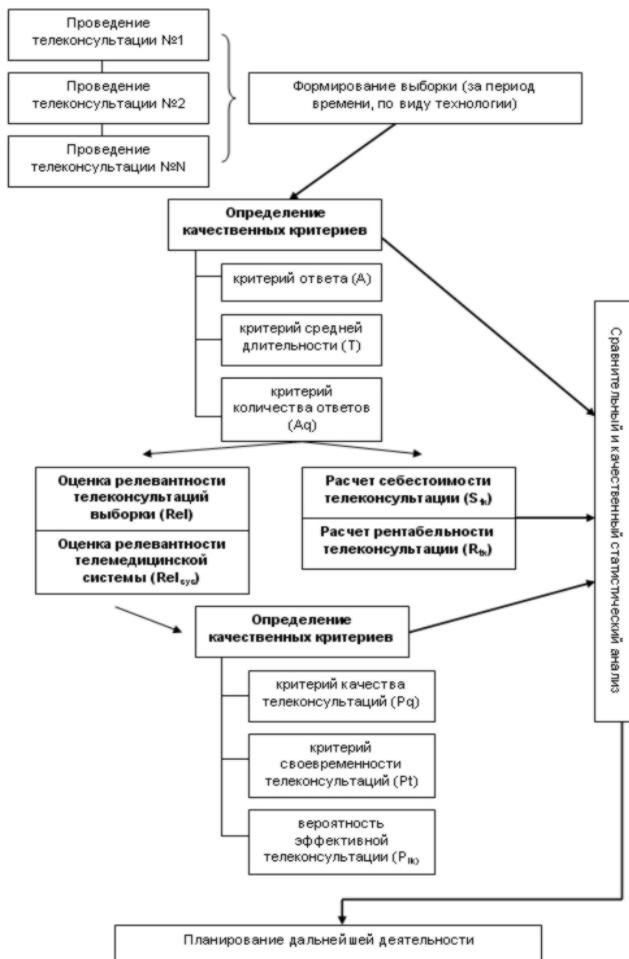


Рисунок 13.1. Алгоритм комплексного изучения эффективности телемедицинской консультации

Таким образом, в комплексную методику оценки эффективности телемедицинского консультирования входят три группы показателей:

- релевантность консультации и системы (Rel, Rel_{sys});

- экономическая целесообразность (сравнение себестоимости (S_{tk}) и рентабельности (R_{tk}));
- качественные показатели (показатель ответа (A), показатель средней длительности (T), среднее количество ответов консультантов (Aq) и их конкордантность (согласованность) (k, W), своевременность телеконсультаций (Pt), качество телеконсультаций (Pq), вероятность эффективной телеконсультации (P_{tk}).

Комплексную оценку эффективности телеконсультации оптимально выполнять по вышеуказанному алгоритму.

13.2.4. Метод объективизации и оценки динамики количества телемедицинских консультаций за определенный период времени

Данный метод оценки эффективности телемедицинского консультирования базируется на сравнении динамики количества телеконсультаций за определенный период времени с характеристической кривой. Метод рекомендуется к использованию для текущей оценки качества (экспресс-анализа) работы лечебно-профилактических учреждений и проектов, практикующих телемедицинские консультации.

Характеристическая кривая зависимости количества телеконсультаций от времени приведена на рис.13.2 - а.

Существуют следующие функциональные сегменты характеристической кривой эффективности телемедицинского консультирования (рис.13.2 - б):

I – начальный этап деятельности, волнообразное колебание количества телеконсультаций (отладка системы, обучение пользователей, распространение информации о системе и т.д);

II – этап роста, стремительное увеличение количества телеконсультаций за счет повышенного интереса пользователей, положительного влияния системы на лечебно-диагностическую работу и процесс организации и оказания медицинской помощи и услуг;

III – этап снижения, плавное уменьшение количества телеконсультаций; объяснение данного феномена дано профессором K.Ganapathy [177]: временная рецессия связана с тем, что телемедицинское консультирование выступает не только как клини-

ческая, но и как учебная процедура; т.е. врачи-абоненты, проводя телеконсультации с более опытными коллегами, обучаются, постоянно повышают свой профессиональный уровень, узнают о новых методиках и подходах в т.ч. на основе доказательной медицины. Регулярное телемедицинское консультирование повышает профессиональный уровень врачей на местах, что приводит к снижению общего количества телеконсультаций. С другой стороны, постепенно выявляются сильные и слабые стороны телемедицины, четко определяются показания к телеконсультациям, их место в повседневной клинической работе. Такая систематизация вновь приводит к некоторому увеличению и стабилизации количества телемедицинских процедур.

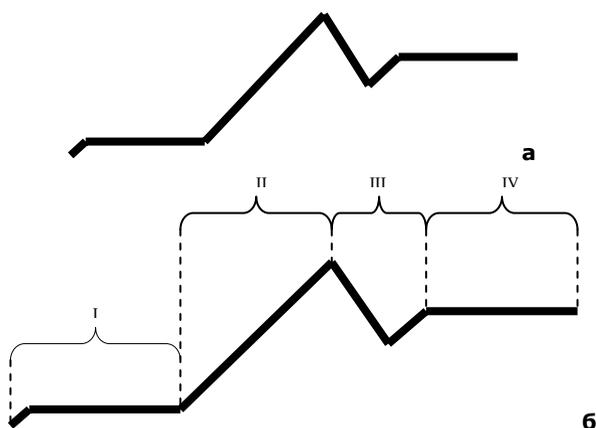


Рисунок 13.2. Общий вид характеристической кривой эффективности телемедицинского консультирования и ее функциональные сегменты (пояснение в тексте)

Данный феномен полностью объясняется и теорией информации, согласно которой количество принимаемой информации связано с целями, согласно которым она принимается и потенциальными возможностями ее реализации для достижения этих целей. Одним из результатов третьего этапа (реализации информации) может быть изменение аппарата интерпретации, это обуславливает влияние количества принятой ранее информации на ее количество, получаемое в дальнейшем [349]. Действительно, при постоянно проводимых телеконсультациях в одной сис-

теме «абонент-эксперт» реализуется идея непрерывного медицинского образования, т.е. абонент постоянно получает новые знания, идеи, навыки, что ведет к повышению его профессионального уровня. Со временем он все реже нуждается в телеконсультациях в следствие качественного улучшения объема собственных знаний и умений. Таким образом, меняется аппарат интерпретации клинической информации – чем более частые и качественные телеконсультации были в прошлом, тем меньше их количество потребуется в будущем.

IV – плато, система работает стабильно, количество телемедицинских консультаций длительное время сохраняется примерно на одном уровне. Отметим, что для корректного использования «зубцовой» кривой в анализе эффективности плато должно прослеживаться в двух и более временных периодах.

В ходе анализа гистограмм нами определены следующие варианты развития «зубцовой» кривой:

1) стабильное плато - колебания в пределах 10-20% на протяжении временных периодов до конца исследования (не менее 2) – эффективно работающий, состоявшийся телемедицинский проект, в котором органично сочетаются клиническая деятельность и непрерывное медицинское образование (рис.13.3); отметим, что если плато прослеживается менее, чем в двух периодах, то «зубцовая» кривая не может быть использована для оценки эффективности данного проекта/системы (рис.13.4);

2) элевация – свидетельствует об интенсификации деятельности (вовлечение в проект новых организаций, врачей, расширение списка медицинских специальностей для телеконсультирования, улучшение технологических возможностей и т.д.) (рис.13.5);

3) депрессия – снижение количества телеконсультаций до исходных или ниже, неэффективный проект (рис.13.5);

4) переход в M-образную кривую – сильное влияние неучитываемых внешних и внутренних факторов на телемедицинскую деятельность, проект работает активно, но не стабильно.

Безусловно, что для вариантов 1 и 2 – prognosis bona, для 4 – prognosis dubia, а для 3 - prognosis pessima.

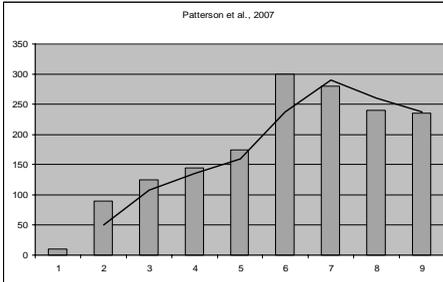


Рисунок 13.3. «Зубцовая» кривая с четким плато

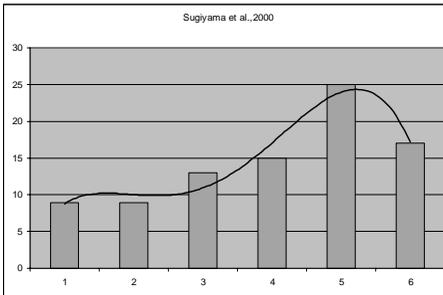


Рисунок 13.4. Вариант кривой, который не может быть использован из-за недостаточной длительности временных периодов плато

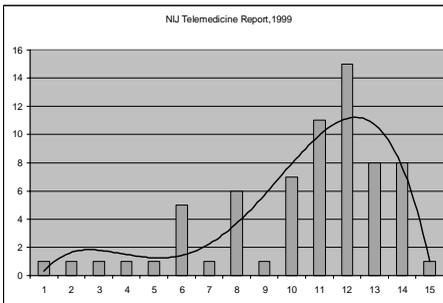
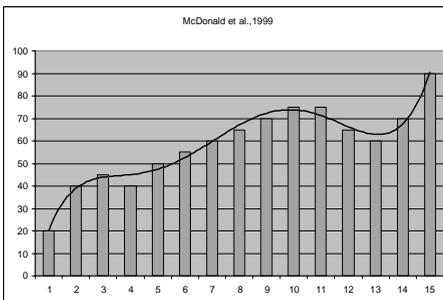


Рисунок 13.5. Депрессия и элевация «зубцовой» кривой



Данную характеристическую кривую возможно использовать для анализа эффективности проведения телемедицинских консультаций в рамках проекта, сети, системы и т.д. за некий промежуток времени. Чем ближе линия тренда изучаемого проекта к характеристической кривой, тем лучше функционирует проект. По изменению характера плато можно судить о прогнозе, формировать стратегию дальнейшей деятельности, оптимизировать работу.

13.3. Критерии оценки и планирования телемедицинской деятельности

Для простейшей относительно объективной оценки телемедицинской деятельности (системы) можно использовать метод анкетирования. В качестве примера приведем следующий опросник.

Опросник для оценки телемедицинской системы (в баллах)

1. Удобство использования (надежность, простота)
Баллы - 5 4 3 2
2. Техническое исполнение (учет требований пользователя, понимание назначения системы и ее функциональных элементов, понимание принятых ограничений)
Баллы - 5 4 3 2
3. Модифицируемость (возможность внесения изменений без значительных затрат времени и ресурсов)
Баллы - 5 4 3 2
4. Структурированность (разделение на подсистемы и элементы)
Баллы - 5 4 3 2
5. Качество сопроводительной документации
Баллы - 5 4 3 2
6. Точность (точность и правильность проводимых процедур)
Баллы - 5 4 3 2
7. Завершенность (имеются все компоненты для выполнения заданных функций)
Баллы - 5 4 3 2
8. Локализация (лингвистическая, наличие словарей, переводчиков)
Баллы - 5 4 3 2
9. Защита информации (паролирование, шифрование, создание резервных копий)
Баллы - 5 4 3 2
10. Реализация удаленного доступа и работы в распределенных сетях
Баллы - 5 4 3 2

11. Совместимость

Баллы - 5 4 3 2

12. Наличие специальных средств анализа состояния системы в процессе эксплуатации

Баллы - 5 4 3 2

Трактовка результатов. Сумма баллов 24-34 - низкая оценка данной телемедицинской системы, 35-49 баллов - средняя оценка, 50-60 - высокая оценка.

Однако, важным аспектом является более четкая объективизация процесса использования телемедицины в рамках лечебно-профилактического учреждения в целом и математические возможности его планирования. Для достижения этой цели используются три группы критериев оценки телемедицинской деятельности:

- качества труда;
- экономические;
- общие.

Критерии качества труда позволяют выполнить оценку и планирование трудовой деятельности медицинских работников в сфере телемедицины.

Расчет требуемого количества телемедицинских кабинетов производится по формуле:

$$B_{тм} = \frac{S \cdot N}{D \cdot K \cdot R},$$

где S – количество обслуживаемого населения (за год), N – среднее количество обращений за телемедицинскими услугами на одного жителя в год, D – количество рабочих дней в году, K – коэффициент рабочих смен в году, R – средняя нагрузка на приеме у одного врача телемедицинского кабинета в год.

Также выполняется расчет (табл.13.1):

- выработки (количество телемедицинских услуг, выполняемых за единицу времени (W));
- трудоемкости (затраты времени на проведение телемедицинской процедуры (t));
- нагрузки (нормативное количество телемедицинских услуг, выполняемое за определенный период времени (W_t)).

Таблица 13.1. Расчет критериев оценки качества труда

Критерий	Формула расчета	Комментарий
Выработка (W)	$W = \frac{q}{T}$	q – общее количество телемедицинских услуг за смену, T – количество часов в смену
Трудоемкость (t)	$t = \frac{1}{W} = \frac{T}{q}$	-
Нагрузка (W_t)	$W_t = \frac{q}{T_h}$	T_h – показатель чело- веко-часов, -дней, - месяцев

Среднегодовая нагрузка врача телемедицинского кабинета рассчитывается по формуле:

$$W_y = W_t \cdot \frac{S_{tm}}{S_{doc}}$$

где W_t – средняя месячная выработка врача телемедицинского кабинета, S_{tm} – количество врачей телемедицинского кабинета, S_{doc} – общее количество сотрудников ЛПУ.

Оценка производительности труда выполняется в двух видах:

1) стоимостном:

$$W_p = \frac{\text{сумма произведенных услуг в стоимостном выражении}}{\text{сумма затраченного времени для выполнения услуг}} = \frac{\sum P_{seb}}{\sum T}$$

где P_{seb} – себестоимость одной услуги, T – время на одну услугу.

2) трудовом:

$$W_w = \frac{\text{сумма времени на производство телемедицинской услуги в условиях труда 1}}{\text{сумма времени на производство телемедицинской услуги в условиях труда 2}}$$

Экономические коэффициенты. На этапе планирования инвестиционного проекта в сфере телемедицины следует использовать критерии, приведенные в табл.13.2.

Для экономического анализа уже работающего телемедицинского проекта (сети) можно использовать такие коэффициенты (на основе [128]).

Таблица 13.2. Критерии экономического планирования [102]

Критерий	Формула расчета	Комментарии
Чистый приведенный доход (ЧПД)	$ЧПД = ЧПГ - ИВ$	ЧПГ - сумма приведенного к настоящей стоимости чистого денежного потока за весь период эксплуатации инвестиционного проекта, ИВ - сумма инвестиционных затрат на реализацию проекта
Индекс доходности (ИД)	$ИД = \frac{ЧПГ}{ИВ}$	-
Коэффициент рентабельности (КР)	$КР = \frac{ЧД_c}{ИВ}$	$ЧД_c$ - среднегодовая сумма чистого инвестиционного дохода за весь период эксплуатации проекта
Период окупаемости (ПО)	$ПО = \frac{ИВ}{ЧДП_c}$	$ЧДП_c$ - среднегодовая сумма чистого денежного потока за период эксплуатации проекта
Внутренняя ставка доходности (ВСД)	$ВСД = n \sqrt[n]{\frac{ЧПГ}{ИВ - 1}}$	где n - длительность проекта

Коэффициент обновления телемедицинской сети ($K_{об}$):

$$K_{об} = \frac{\text{количество внедренных за период времени телемедицинских кабинетов}}{\text{общее количество телемедицинских кабинетов}} 100\%$$

Коэффициент износа ($K_{из}$):

$$K_{из} = \frac{\text{сумма износа телемедицинского оборудования на дату}}{\text{полная начальная стоимость телемедицинского оборудования}} 100\%$$

Коэффициент выбытия ($K_{вб}$):

$$K_{вб} = \frac{\text{полная начальная стоимость выбывших средств}}{\text{полная начальная стоимость телемедицинского оборудования}} 100\%$$

Коэффициент $K_{вб}$ можно рассчитывать и для отдельных компонентов телемедицинской рабочей станции.

Коэффициент обновления телемедицинской сети ($K_{обн}$):

$$K_{\text{обн}} = \frac{\text{стоимость телемедицинского оборудования, введенного в действие за период времени}}{\text{полная начальная стоимость телемедицинского оборудования}} 100\%$$

Коэффициент воспроизводства ($K_{\text{вс}}$):

$$K_{\text{вс}} = \frac{\text{стоимость действующего телемедицинского оборудования}}{\text{полная начальная стоимость телемедицинского оборудования}} 100\%$$

Коэффициент пригодности ($K_{\text{пр}}$):

$$K_{\text{пр}} = \frac{\text{остаточная стоимость телемедицинского оборудования}}{\text{полная начальная стоимость телемедицинского оборудования}} 100\%$$

Общее количество телемедицинских услуг в размере финансирования вычисляется по формуле:

$$T = \frac{\Phi_{\text{б}} + \Phi_{\text{з}} + \Phi_{\text{с}}}{Y_{\text{ср}}},$$

где $\Phi_{\text{б}}$ – финансирование из бюджета, $\Phi_{\text{з}}$ – финансирование от третьих лиц (страховые компании, гранты, проекты), $\Phi_{\text{с}}$ – финансирование из собственных средств ЛПУ, $Y_{\text{ср}}$ – средняя стоимость одной телемедицинской услуги.

Упрощенный расчет экономической эффективности производится по формуле:

$$\mathcal{E} = P_2 - P_1 - \mathcal{Z},$$

где P_1 – прибыль организации без использования телемедицинской системы, P_2 – прибыль организации после внедрения телемедицинской системы, \mathcal{Z} – затраты на содержание телемедицинской системы.

В случае, если в организации уже существует некая телемедицинская система, то необходимо учитывать текущие затраты на ее эксплуатацию. Формула имеет вид:

$$\mathcal{E} = (P_2 - P_1) - (\mathcal{Z}_2 - \mathcal{Z}_1),$$

где \mathcal{Z}_1 – затраты на содержание предыдущей телемедицинской системы, \mathcal{Z}_2 – затраты на содержание новой телемедицинской системы.

Различают абсолютную и относительную (сравнительную) экономическую эффективность. В первом случае проводится анализ уже выбранного (или даже реализованного) варианта информатизации без учета возможных альтернатив. Во втором

случае альтернативные стратегии информатизации сравниваются между собой с позиций экономической эффективности. Можно рассчитывать также удельные показатели эффективности (на вложенные затраты, на одного работника и т.д.).

Общие критерии

Показатель используемости телемедицинской системы системы (Su) [271]. Расчет производится по формуле:

$$Su=A/B,$$

где А – количество дней от момента внедрения телемедицинской системы до момента оценки эффективности, В – количество дней реального использования телемедицинской системы.

Показатель диагностического качества телемедицинской системы (Ac) [271]. Расчет производится по формуле:

$$Ac=A/B,$$

где А – количество диагностических данных одного типа (рентгенограмм, цитологических изображений, ЭКГ), полученных с удовлетворительной диагностической ценностью, В – общее количество диагностических данных этого же типа, переданных во время телемедицинских сеансов.

Расчет показателя Ac проводится для данного типа телемедицинской системы. При смене программного обеспечения, протокола и способа передачи данных и т.д. расчет нужно производить отдельно.

Интегральный коэффициент эффективности – K_i . Расчет производится по формуле:

$$K_i = K_m \cdot K_c \cdot K_b,$$

где K_m – отношение числа случаев достижения результатов (медицинских, экономических и т.д.) требуемого качества к общему числу случаев оказания телемедицинской помощи, K_c – отношение числа случаев удовлетворения потребителя/пациента к общему числу случаев оказания телемедицинской помощи, K_b – отношение нормативных затрат к фактически сделанным затратам на проведение телемедицинских услуг.

Интегральный коэффициент эффективности (K_i) оценивается тремя методами:

- сравнение с эталонным значением показателя ($K_i \geq 1$);
- вычисление среднего показателя для лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), проекта, телемедицинской сети и т.д.;
- динамика изменений показателя за определенный промежуток времени.

Условный уровень качества телемедицинской деятельности – U . Вычисляется по формуле:

$$U = \frac{P + R}{200},$$

где P – оценка процесса, R – оценка результата.

Данные оценки математически выражаются в условных процентах и/или баллах. Таким образом, можно исследовать условный уровень моральной удовлетворенности или использовать в качестве оценки процесса уровень релевантности телеконсультаций, а в качестве оценки результата – исходы лечения.

Одним из результатов использования телемедицины в том или ином регионе является снижение количества транспортировок пациентов, очных обращений за консультацией, переводов в ЛПУ более высокого уровня. Такой результат можно оценивать по коэффициенту транспортировок:

$$Y = \frac{Y_1}{Y_2}$$

где Y_1 – число транспортированных после телеконсультации пациентов, Y_2 – общее количество телеконсультаций.

Примечательно, что аналогично можно оценить эффективность работы системы Интернет-консультаций для пациентов (телеконсультирование по-самообращению):

$$H = \frac{H_1}{H_2}$$

где H_1 – число госпитализаций (очных консультаций) после телеконсультации, H_2 – общее количество телеконсультаций.

На основе коэффициента технической вооруженности труда мы предлагаем использовать коэффициент использования телемедицины:

$$K = \frac{C}{M}$$

где C – стоимость телемедицинского оборудования, M – численность медработников, использующих телемедицину.

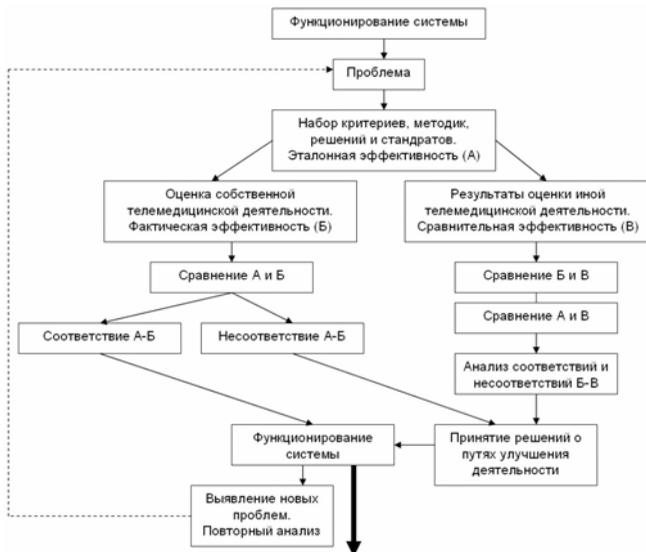


Рисунок 13.6. Алгоритм обеспечения качества телемедицинского обслуживания

Совокупность предложенных критериев возможно использовать в рамках алгоритма (рис.13.6) обеспечения качества телемедицинского обслуживания (разработан на основе схемы Mason).

Данная методология оценки эффективности телемедицины позволяет объективизировать различные аспекты и направления телемедицинской деятельности как в научных, так и в клинко-организационных целях.

ЧАСТНАЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНА

Глава 14. Телепатология

14.1. Определения и задачи

Телепатология – дистанционная интерпретация результатов гистологических исследований с использованием компьютерных и телекоммуникационных технологий.

Термин «телепатология» был введен профессором Ronald Weinstein в 1980х годах (рис.14.1).



Рисунок 14.1. Профессор Ronald Weinstein - один из основоположников телепатологии

Телепатология по R.Weinstein – дистанционный анализ патологических процессов, при котором изображения рассматриваются на мониторе компьютера, а не в окуляре оптического микроскопа.

Телемикроскопия - компонент телепатологии, полный доступ консультанта ко всем функциям управления диагностической аппаратурой (микроскопом).

Количественная телепатология - количественный анализ различными математическими методами цифровых микроскопических изображений.

Иногда телепатологию рассматривают как синоним термина «теледиагностика», в таких случаях дают следующее определение: телепатология – это дистанционная комплексная интерпретация врачом-патологоанатомом результатов лабораторного, инструментального и клинического исследования.

14.2. Классификация систем телепатологии

Классификация I.Nordrum, 1996 [232] - по функциям телепатология подразделяется на следующие виды:

1.Диагностическая:

1.1. Теледиagnostика,

1.2. Телеконсультирование и сбор цифровых изображений для количественного анализа.

2. Обеспечивающая:

2.1 Дистанционное повышение квалификации,

2.2. Научно-практические конференции,

2.3. Ведение банков цифровых микроскопических изображений.

Данная классификация функциональная, она служит основой для формулировки показаний к использованию телепатологии.

Классификация по технологии:

Телепатология подразделяется на следующие виды:

1.Статическая:

1.1. Единичное изображение,

1.2. Виртуальный слайд.

2.Динамическая:

2.1. Пассивная,

2.2. Активная.

14.3. Правовые и деонтологические аспекты телепатологии

Диагностическая телепатология, согласно классификации I.Nordrum, подразделяется на теледиagnostику и телеконсультирование. По мнению некоторых авторов [91,232] в первом случае полную ответственность за клинические решения несет консультант (следовательно, в данном случае нужны особые требования к аппаратуре, диагностическим изображениям и т.д.); во втором случае – ответственен непосредственный лечащий врач (такая форма более удобна, так как уменьшает количество организационно-технических затруднений). Однако, данный подход несколько устарел, так как интерпретация результатов диагностических исследований (ранее – теледиagnostика) в настоящее время является компонентом многих клинических телемедицинских консультаций.

Более рациональным представляется следующий подход.

Юридическая и деонтологическая проблема ответственности при использовании телепатологии решается так: применение телепатологии аналогично пересылке стекол с микропрепаратами почтой или курьером если абонентская сторона обеспечивает следующие моменты [159]:

- правильную идентификацию и маркировку клинического случая (включая подробное описание биопсийного или иного материала);
- доступ эксперта ко всей сопутствующей клинической информации, в том числе – обеспечение непосредственной коммуникации с лечащим врачом;
- доступ эксперта к полному объему информации о диагностическом материале (макро- и микропрепаратах);
- накопление, архивирование, хранение и защиту медицинской информации.

Также, если по-мнению врача-эксперта в данном случае телепатологическая система не может быть использована для корректной диагностики, то должны быть использованы другие методы.

Врач-эксперт, использующий систему телепатологии обязан контролировать правильность маркировки диагностического материала, объем и качество сопутствующей клинической информации, правильность, полноту и адекватность выбора полей зрения, представленных для телеконсультации; также функциональными обязанностями врача-эксперта является предоставление качественного заключения, оформленного согласно требованиям национальной системы здравоохранения, а также накопление, архивирование, хранение и защита медицинской информации [159].

Врач-эксперт несет полную ответственность в тех случаях, когда он/она является супервайзером абонентского медицинского учреждения [159], то есть, когда телепатологическая система используется между уровнями медико-санитарной помощи, локализованными в одном административно-территориальном субъекте.

14.4. Показания к применению телепатологии

Наиболее емкая формулировка о важности телепатологии принадлежит Ю.П.Грибунову и соавт., 2006, процитируем данное высказывание полностью: «Главное преимущество телепатологии - оперативная возможность востребовать профессиональный опыт наиболее квалифицированных патологов различного профиля, в том числе практически в любой стране мира. При этом осуществляется диагностика или другое морфологическое исследование изображения на мониторе компьютера, полученного с помощью видеокамеры или цифрового фотоаппарата микроскопа и переданного по линиям связи» [53].

Клинико-организационные показания к применению телепатологических систем:

- неотложная или плановая интерпретация результатов цитологического исследования в сложных, редких, атипичных клинических случаях;

- интраоперационное цитологическое исследование биопсийного материала;

- рутинное проведение цитологических исследований при отсутствии непосредственного специалиста, врача-патолога в данном лечебно-диагностическом учреждении;

- необходимость контроля, верификации качества цитологических исследований, работы соответствующих специалистов и подразделений;

- недостаток кадров и финансирования (отсутствие врачей-специалистов в данном лечебно-диагностическом учреждении(ях));

- необходимость проведения консилиума;

- повышение квалификации, обеспечение непрерывного дистанционного профессионального образования.

14.5. Методики использования телепатологии

Для проведения телепатологических консультаций используются: микроскоп, цифровые фото-, видеокамеры (специализированные либо стандартные), специальные сканеры, роботизированные микроскопы, персональные компьютеры, компьютерные сети. Стандартами для передачи цитологических изображений в телепатологических системах являются JPEG и DICOM.

Дополнительным компонентом телепатологической консультации является обсуждение макропрепарата, изображение которого может транслироваться динамично с помощью видеокамеры (синхронно либо как видеоролик) или статично (цифровая фотография). Некоторые системы телемикроскопии снабжаются специальными приставками для удаленной демонстрации макропрепарата [53,91].

14.5.1. Статическая телепатология

Статическая телепатология предполагает передачу эксперту заранее полученного в цифровом виде цитологического изображения. Недостатком статической телепатологии является четкая зависимость диагностической ценности окончательного заключения эксперта от репрезентативности (качества выбора) переданных полей зрения; иными словами, достоверность диагноза зависит от того, насколько переданные изображения участков гистологического среза отражают истинную природу патологического процесса в этом случае [53].

Статические гистологические изображения применяются и для количественной телепатологии, которая подразумевает математическую обработку (компьютерная гистоморфометрия, стереологический анализ и т.д.) цифровых микроскопических изображений, полученных из удаленных лечебно-профилактических учреждений, с целью оценки репаративных процессов, стадии опухоли, степени дисплазии, дифференциальной диагностики и т.д. Критичными моментами здесь являются адекватная подготовка препаратов и правильный отбор снимков [129,283].

Телепатология статическая, единичное изображение – передача по телекоммуникационным системам цифрового изображения(ий) определенного участка микропрепарата, полученного с помощью специализированной цифровой камеры, или фотоаппарата с адаптером тубуса.

Врач-абонент самостоятельно выбирает наиболее важные участки микропрепарата, производит их цифровую фотосъемку; для передачи эксперту полученного гистологического изображения наиболее часто применяется электронная почта и веб-платформы (рис.15.2-15.3).



Рисунок 15.2. Система для статической телепатологии (микроскоп со специальной камерой)⁸⁵

Преимущества данного вида телепатологии: простота использования, низкая стоимость оборудования, доступность и небольшой размер изображения; оптимальная технология для документирования в гематологии, микробиологии и цитологии. Недостатки данного вида телепатологии: отсутствие интерактивности, транслируется только предварительная выбранная площадь микропрепарата, преимущественно используется асинхронный режим передачи данных, невозможно просмотреть оригинальный слайд или выбрать другое поле зрения, на достоверность диагноза сильно влияет количество гистологических срезов, предоставленных эксперту.

Телепатология статическая, виртуальный слайд – задача по телекоммуникационным системам слайда (цифрового изображения микропрепарата с высоким уровнем разрешения, полученного с помощью специального автоматического сканера).

Врач-абонент сканирует микропрепарат при большом увеличении, фрагменты изображения соединяются и сжимаются по определенному алгоритму, формируется «виртуальный слайд», который транслируется врачу-эксперту; эксперт выбирает наиболее важные области микропрепарата, сообщает координаты этого участка и увеличение абоненту; абонент в соответствии с переданными параметрами воспроизводит необходимый участок в полном формате и пересылает его эксперту. При необходимости вся последовательность действий повторяется с другими участками препарата (рис.15.4-15.5).

⁸⁵ Источник иллюстрации - Digital Microscope Cameras.-www.minresco.com, на рисунке изображена система EM-310M™

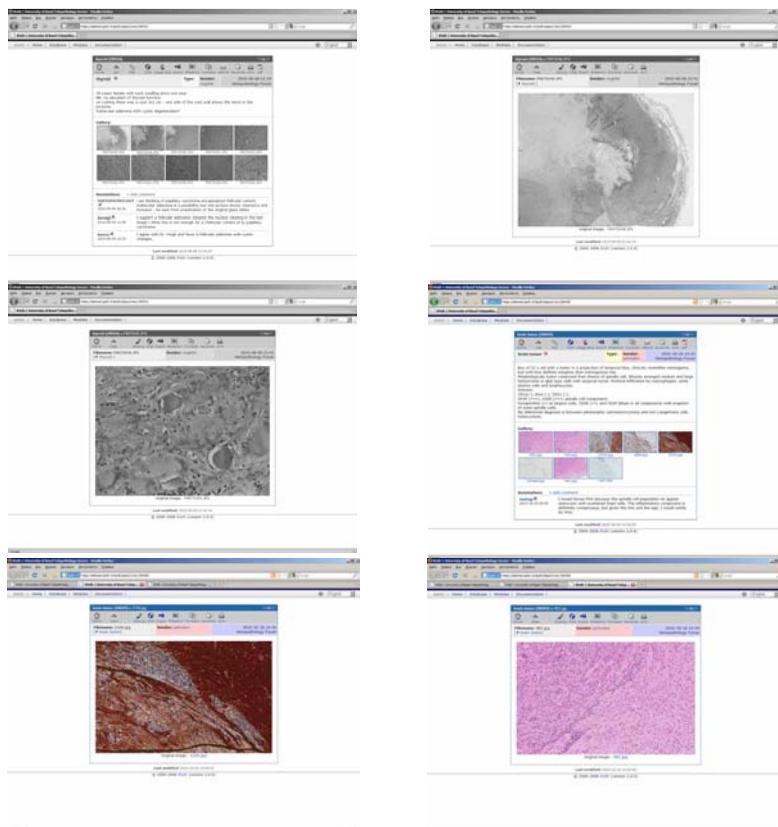


Рисунок 15.3. Проведение статической (асинхронной) телепатологической консультации с использованием веб-платформы (www.ipath.ch)

Преимущества данного вида телепатологии: просмотр целого слайда (микрпрепарата), возможность просмотра выбранного участка при разных увеличениях, интерактивность.

Недостатки данного вида телепатологии: относительно медленная подготовка данных, более высокая стоимость и сложность использования.

14.5.2. Динамическая телепатология

Динамическая телепатология предполагает передачу в реальном времени изображений и использование дополнительных инструментов для обсуждения деталей, а также полный или час-

тичный доступ эксперта к функциям управления микроскопом абонента (собственно - телемикроскопию). Динамическая телепатология имеет более высокую диагностическую ценность, по сравнению со статической (средняя диагностическая достоверность 90-100% против 68-100% соответственно).



Рисунок 15.4. Автоматический сканер для получения виртуального слайда микропрепарата⁸⁶

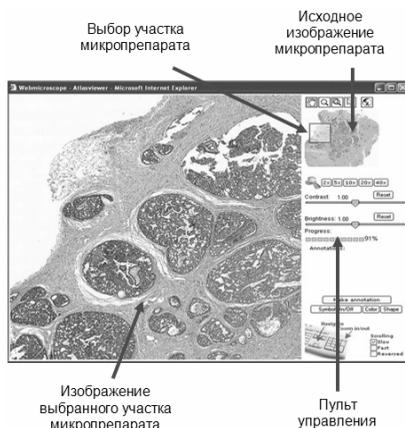


Рисунок 15.5. Веб-интерфейс для телеконсультирования виртуального слайда

Решающим преимуществом данных методик является то, что эксперт может самостоятельно дистанционно выбирать наиболее важные, с его точки зрения, участки микропрепарата, выбирать наиболее оптимальное для того или иного участка увеличение и т.д. [53,91].

⁸⁶ Источник иллюстрации - Virtual slide telepathology system. - www.dmetrix.net.

Телепатология динамическая, пассивная – реальновременная трансляция цифрового изображения определенного участка микропрепарата, полученного с помощью непосредственно подключенной к компьютерной сети (Интернету) специализированной камеры (рис.15.6).



Рисунок 15.6. Система для пассивной динамической телепатологии⁸⁷

Особенностью пассивных систем является то, что эксперт не может самостоятельно управлять микроскопом, менять увеличение, выбирать поле зрения и т.д. Все эти действия выполняет абонент по указанию эксперта. Пассивная телепатологическая консультация происходит синхронно, но требует наличия дополнительных средств коммуникации между экспертом и абонентом (IP-телефонии, видеоконференц-связи, кабельной или мобильной телефонии и т.д.). Преимущества данного вида телепатологии: умеренная стоимость (в сравнении с активными телепатологическими системами), применение стандартного Интернет-браузера для доступа к данным, высокая скорость получения и стабильность передачи данных. Недостатки данного вида телепатологии: невозможность просмотра слайда целиком, техническая сложность подключения и применения.

Телепатология динамическая, активная – телемикроскопия, дистанционный доступ консультанта ко всем функциям управления микроскопом, полномасштабное изучение микропрепарата посредством удаленного управления микроскопом и передачи данных по телекоммуникационным системам (рис.15.7-15.9).

⁸⁷ Источник иллюстрации - Nikon Corp.-www.nikon.com, на рисунке изображена система Nikon Coolscope™



Рисунок 15.7. Система для активной динамической телепатологии⁸⁸



Рисунок 15.8. Динамическая (синхронная) телепатологическая консультация⁸⁹

Для осуществления данного метода динамической телепатологии используются: у абонента - управляемый на расстоянии роботизированный микроскоп, у эксперта - телемедицинская рабочая станция с оборудованием для дистанционного управления микроскопом (в ряде случаев возможно использование веб-интерфейса, что удешевляет и упрощает работу системы), а также - телекоммуникационные линии связи, обладающие достаточно высокой пропускной способностью.

⁸⁸ Источник иллюстрации - Nikon Corp.-www.nikon.com, на рисунке изображена система Nikon Aperio ScanScope™

⁸⁹ Источник иллюстрации – Olympus Corp.-www.olympus-global.com.

Преимущества данного вида телепатологии: полномасштабность изучения микропрепарата, решение кадровых проблем вплоть до осуществления цитологической диагностики вообще при отсутствии патологоанатома в абонентском ЛПУ (требуется наличие квалифицированного лаборанта), максимальная для телепатологии диагностическая эффективность. Недостатки данного вида телепатологии: высокая стоимость оборудования.

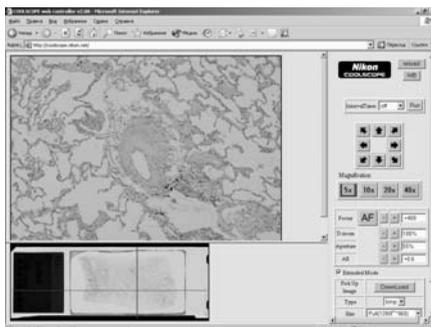


Рисунок 15.9. Веб-интерфейс для дистанционного управления микроскопом⁹⁰

Контроль качества работы телепатологической системы осуществляется следующим образом [159]: 10% клинических случаев, проконсультированных в данной системе данным экспертом, должны быть направлены на повторное исследование другому врачу-патологу; любые расхождения должны быть задокументированы и проанализированы.

⁹⁰ Источник иллюстрации - Nikon Corp.-www.nikon.com.

Глава 15. Телерадиология

*Телерадиология, или практика радиологии на расстоянии, предлагает технологический подход к разрешению логистических проблем радиологии и медицины
W.Andrus и T.Bird*

15.1. Определение и задачи

Телерадиология – получение, накопление, трансляция и архивирование результатов лучевых методов обследования в цифровом виде для дистанционной интерпретации и консультирования.

Первые попытки передачи рентгенограмм средствами телекоммуникаций относятся еще к 1929 году (передача дентальных радиографических изображения по факсимильной связи). Первые клинические системы для телерадиологии были разработаны в Канаде под руководством профессора Альберта Ютраса и в США под руководством профессора Якоба Джерсон-Коэна в 1950ых годах (рис.15.1).



Рисунок 15.1. Основоположники телерадиологии - профессор Альберт Ютрас и профессор Якоб Джерсон-Коэн

В 1970-1980 годах результаты лучевых методов обследования транслировались посредством телевизионной связи. Тогда же, в 1972 году Андрус и Берд ввели термин «телерадиология».

В контексте современной телерадиологии обязательными являются следующие термины.

PACS (Picture Archiving and Communication System), ПАКС-система - компьютерная система (в т.ч. программное обеспечение цифровых диагностических устройств) для получения, обработки, архивирования и пересылки цифровых медицинских изображений.

PACS-система состоит из 5 основных компонентов:

- цифровых диагностических устройств (томографов, беспленочных рентген-аппаратов и т.д.);
- закрытой сети для передачи данных пациента;
- рабочей станции для получения, просмотра и интерпретации изображений;
- электронного архива для сохранения результатов обследований и сопутствующей информации;
- интегрирующего программного обеспечения.

Современные PACS-системы обязательно имеют функцию удаленного доступа, позволяющую проводить телерадиологические консультации.

PACS является интегрирующей платформой, позволяющей медицинским и радиологическим информационным системам, системам электронных медицинских записей, электронным средствам менеджмента и т.д. взаимодействовать при работе с диагностической медицинской визуализацией.

Радиологическая информационная система (РИС) – расширенный вариант PACS с функциями логистики, бухгалтерии и интеграции с электронными медицинскими документами пациента.

В последнее время РИС как изолированный продукт встречается редко, обычно PACS интегрируется в медицинскую (госпитальную) информационную систему (МИС).

В PACS и РИС данные пациента (в том числе и собственно изображения) сохраняются и передаются в стандарте DICOM.

Вообще, в телерадиологических системах используются два формата представления медицинской визуализации:

- в стандарте DICOM;
- в стандарте JPEG.

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) - индустриальный стандарт для создания, хранения, визуализации и передачи медицинских диагностических изо-

бражений и сопутствующих документов между диагностическими приборами, компьютерами и иными электронными устройствами.

JPEG (Joint Photograph Experts Group) - стандарт International Standard Organisation (ISO) для сжатия, хранения и отображения полноцветного статического изображения.

Как вид телемедицинской помощи или услуги телерадиологии может использоваться в двух формах:

- самостоятельной – интерпретация и установление диагноза по дистанционно транслируемому медицинскому изображению, по-сути данная форма телерадиологии представляет собой телеконсультирование результатов лучевого метода обследования с диагностической целью;

- в виде компонента – интерпретация дистанционно транслируемого медицинского изображения для подтверждения (коррекции) или, реже, первичного установления диагноза для последующего решения вопроса о тактике лечения, организационно-клинических мероприятий и т.д., по-сути данная форма телерадиологии представляет первый этап телеконсультирования, проводимого с лечебной и/или организационной целью.

Основные направления использования телерадиологии в клинической практике:

- неотложная интерпретация результатов лучевых методов обследования для первичной диагностики;
- оптимизация кадрового состава (дистанционная работа врачей-радиологов в нескольких лечебно-профилактических учреждениях, обеспечение специализированной и квалифицированной помощи в точке необходимости;
- получение второго мнения, проведение телеконсилиумов в сложных случаях;
- непрерывное обучение врачей.

Для телерадиологических целей результаты лучевых методов обследования могут быть получены в цифровом виде следующими способами:

- 1) первоначальное формирование статического или динамического изображения в виде компьютерного файла;

2) захват изображения с диагностического устройства с трансляцией потокового видео и одновременной записью в видеофайл;

3) первоначальное получение статического изображения на твердом носителе с последующей оцифровкой:

- с помощью цифровой фотокамеры;

- с помощью специализированного сканера (фильм-дигитайзера);

- с помощью планшетного сканера со слайд-модулем.

Стандартами компьютерных файлов для телерадиологических консультаций, как уже было сказано выше, являются DICOM и JPEG.

15.2. Классификация и строение телерадиологических систем

Авторская классификация телерадиологических систем по способу трансляции медицинской визуализации:

1. Прямые:

1.1. Асинхронные.

1.2. Синхронные.

1.3. Демонстрационные.

2. Серверные:

2.1. Файловые (FTP).

2.2. Медицинская (радиологическая) информационная системы.

2.3. DICOM.

По S.Kumar, 2008 [284] стандартная телерадиологическая система состоит из:

1. Станции отправки изображений, в том числе:

- устройства оцифровки изображений (фильм дигитайзера);
- сетевого интерфейса (модема).

2. Передающей сети:

- проводной,
- оптоволоконной,
- беспроводной.

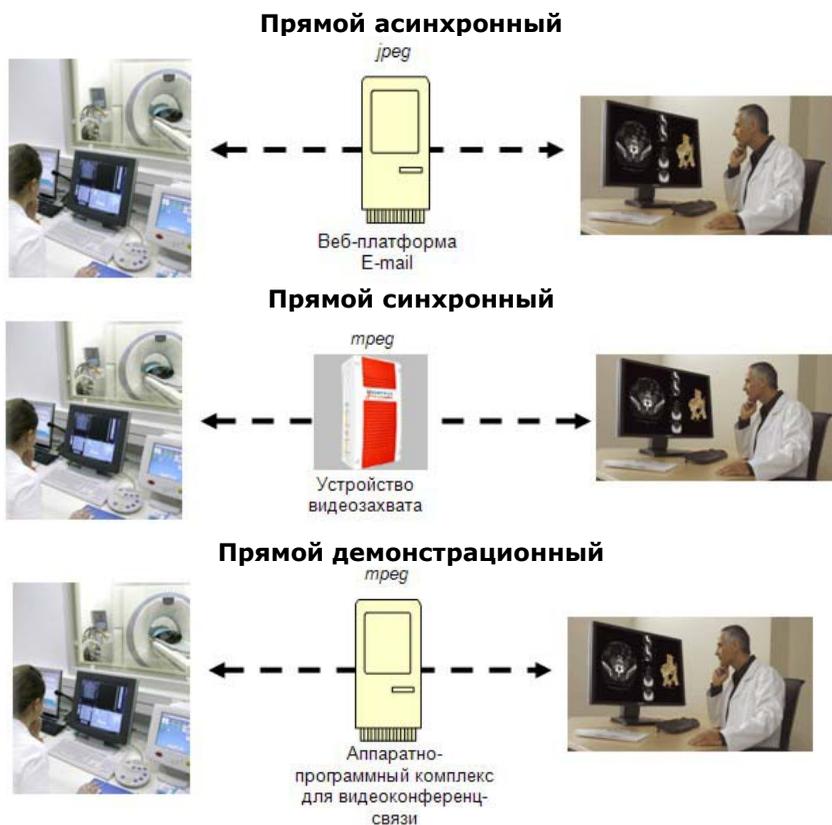
3. Станции получения/демонстрации изображений, в том числе:

- модема,
- компьютерно-аппаратного комплекса,

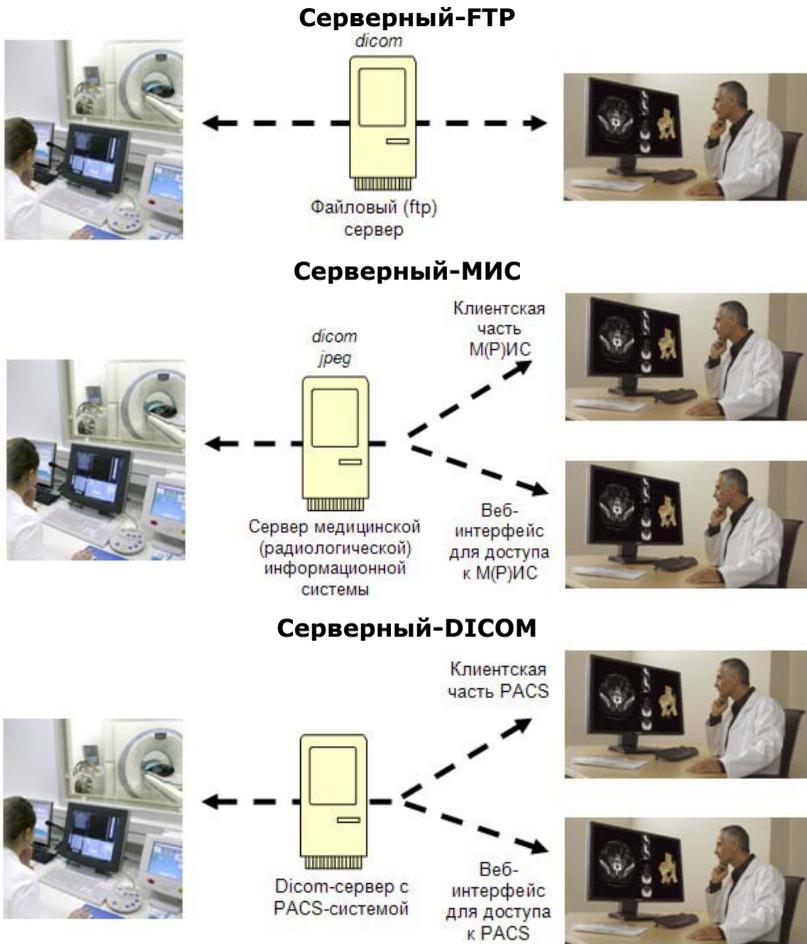
- программного обеспечения для обработки, улучшения изображений,
- монитора(ов).

Компоненты, составляющие станции отправки и получения/демонстрации изображений, могут варьироваться, но в общем виде означенная схема строения достаточно универсальна. На схеме 15.1 приведены различные способы обмена цифровой медицинской визуализацией в телерадиологии.

Схема 15.1. Способы обмена цифровой медицинской визуализацией в телерадиологии



Продолжение схемы 15.1.



При асинхронном прямом способе передачи диагностические изображения оцифровываются с твердых носителей или экспортируются из стандарта DICOM в jpeg, а затем отсылаются врачу-эксперту посредством электронной почты или веб-платформы.

При синхронном способе осуществляется реальное время трансляция результатов лучевого исследования посредством

захвата изображения с текущего диагностического устройства и передачи его по сети. При демонстрационном способе производится реальновременная трансляция врачу-эксперту радиологических изображений средствами аппаратно-программных комплексов для видеоконференц-связи. При этом изображение может демонстрироваться с твердых носителей посредством документ-камеры или осуществляться трансляция файлов с помощью специальных функций программного обеспечения данного комплекса для видеоконференций («удаленный рабочий стол», «общие материалы» и т.д.). Существенным недостатком демонстрационного способа является отсутствие возможности у врача-эксперта непосредственно работать с файлами и изображениями, то есть исключается возможность дополнительного анализа, коррекции и т.д.

При серверных способах передачи диагностические изображения первоначально поступают на сервер (файловый – FTP, сервер медицинской информационной (радиологической) системы или dicom-сервер), после чего врачу-эксперту предоставляется дистанционный доступ к файлам или электронным медицинским записям пациента. Доступ может осуществляться по архитектуре «клиент-сервер» (клиентская часть медицинской (радиологической) информационной системы или PACS-системы должна быть установлена на компьютере врача-эксперта) или через веб-интерфейс. Следует отметить, что работа с клиентской частью PACS системы или МИС более оптимальная, так как функциональные возможности обработки изображений веб-интерфейсов ограничены (рис.15.2-15.5).

В качестве каналов связи во всех случаях могут использоваться:

- открытый IP-канал;
- закрытый IP-канал (VPN);
- локальная сеть.

Обеспечение информационной безопасности при применении телерадиологии осуществляется также, как и при иных видах телемедицинского консультирования (см. главу «Телемедицинское консультирование»).



Рисунок 15.2. Клиентское рабочее место для дистанционного доступа к PACS-системе посредством персонального компьютера⁹¹



Рисунок 15.3. Веб-интерфейс для дистанционного доступа к PACS-системе посредством КПК⁹²

Телерадиология обеспечивает [91]:

- оказание услуг по интерпретации и консультированию изображений лучевой диагностики там, где в них возникает необходимость;
- предоставление консультаций по лучевой диагностике лечебно-профилактическим учреждениям, не имеющим в штате соответствующих специалистов;
- своевременное предоставление изображений лучевой диагностики и оказание услуг по интерпретации изображений в экстренных случаях;

⁹¹ Источник иллюстрации - Rose G. Rads, hospitals both hit highs and lows, just not same ones.-2008.- www.diagnosticimaging.com/display/article/113619/1354157?pageNumber=1.

⁹² Источник иллюстрации - Engelmanna U., Schroterc A., Boralvb E. et al. Mobile teleradiology: all images everywhere / CARS 2001: Proceedings of the 15th International Congress and Exhibition. Amsterdam: Elsevier (2001) 798-803.

- интерпретацию изображений без выезда специалиста к месту проведения исследования;
- оперативное получение услуг узких специалистов;



Рисунок 15.5. Телерадиологическая консультация⁹³

- улучшение возможностей повышения квалификации практикующих специалистов;
- повышение качества и эффективности исследований;
- передачу лечащему врачу изображений в дополнение к протоколу исследования;
- непосредственное дистанционное руководство процессом исследования.

15.3. Правовые и деонтологические аспекты телерадиологии

Принципы организации телерадиологической деятельности (самостоятельная форма), используемые в Европейском Союзе [285]:

1. Клиническая телерадиология – это интегрированная медицинская услуга, а не только опциональное получение второго мнения:

1.1. Только квалифицированный специалист в сфере клинической радиологии (врач-рентгенолог) может оказывать телерадиологические консультации

1.2. Стандартизация терминологии и свободное владение языками ключевой момент для международных телерадиологических сетей.

⁹³ Источник иллюстрации - FineMed Digital X-rays (2010).- www.finemed.co.th.

1.3. Ответ врача-эксперта должен быть максимально тщательным, понятным и четким, а также удостоверяться подписью консультанта.

2. Ключевые организационные моменты:

2.1. Телерадиологическое взаимодействие между экспертом и абонентом должно быть организовано так, чтобы полностью гарантировать правильную организацию процесса лечения.

2.2. Клинические, лабораторные и прочие данные о пациенте должны быть предоставлены в максимально полном объеме.

2.3. Правовые и технологические аспекты, методы оптимизации и т.д. регулируются директивой EURATOM 97/43.

2.4. Заключение, полученное в результате телерадиологической консультации, должно быть изучено лечащим врачом, мультидисциплинарной группой специалистов и добавлено к карте стационарного (амбулаторного) пациента.

2.5. Врач-эксперт должен иметь возможность прямого общения с врачом-абонентом для уточнения деталей, определения диагноза в актуальные сроки. Заключение эксперта должно содержать его/ее номер телефона.

2.6. Телерадиологические сети для населения сельской местности обслуживаются и поддерживаются ближайшими профильными отделениями. Врач-эксперт должен поддерживать тесный контакт с абонентским лечебно-профилактическим учреждением (лечащим врачом, врачом-рентгенологом) и самим пациентом, учитывая потенциальную возможность эндемического заболевания и влияния этно-культурных факторов.

3. Корректное использование ресурсов:

3.1. Оборудование для телерадиологии должно быть стандартизировано и постоянно предоставлять изображения с высокой диагностической ценностью.

3.2. Результат телерадиологической консультации должен использоваться для полного пересмотра тактики лечения, он должен быть интегрирован в лечебно-диагностический процесс, а не быть просто документом.

3.3. Соблюдение информационной безопасности.

4. Контроль качества:

4.1. Обязателен клинический аудит качества телерадиологических консультаций.

4.2. Медико-юридические и финансовые вопросы организации процесса телерадиологии должны быть четкими и понятными персоналу и пациенту.

Телерадиология представляет собой мощное средство оптимизации лечебно-диагностической работы, обеспечивающее доступность своевременной квалифицированной интерпретации результатов лучевых методов обследования в любом медицинском учреждении. Кроме того, телерадиология является действенным методом решения кадровых проблем, позволяющим опытным врачам-рентгенологам даже в домашних условиях осуществлять одновременную работу в нескольких лечебно-профилактических учреждениях, обеспечивая тем самым высокий уровень диагностической работы.

Глава 16. Теледерматология

16.1. Определения и задачи

Теледерматология – применение телемедицинских компьютерно-телекоммуникационных технологий в сфере дерматологии (дерматохирургии), венерологии и косметологии.

Термин «теледерматология» введен D.Perednia и N.Brown в 1995 году.

Основные задачи теледерматологии [2,81,279]:

- быстрое и эффективное взаимодействие различных уровней медико-санитарной помощи для своевременного и полного оказания помощи пациентам с дерматологической и венерологической патологией,

- дистанционная поддержка диагностических и лечебных решений,

- скрининг онкологической и венерологической патологии,

- непрерывное медицинское образование,

- контроль и мониторинг пациентов на амбулаторном этапе,

- управление потоками пациентов,

- обеспечение клинической, экономической и организационной эффективности системы здравоохранения, региональной дерматовенерологической службы.

Компонентами теледерматологии являются теледерматоскопия и теледерматопатология.

Теледерматоскопия – использование дерматоскопических изображений в телемедицинских целях. Цифровые дерматоскопические изображения получают с помощью специальных цифровых систем либо путем присоединения (через специальный адаптер) дерматоскопа к фотокамере (рис.16.1).

NB! Дерматоскопические изображения являются наиболее актуальными для современной теледерматологии. Качество диагностики при телемедицинской и непосредственной интерпретации дерматоскопических изображений полностью аналогичны.

Теледерматопатология – использование статических или динамических телепатологических систем (см. главу «Телепатология») как компонента теледерматологической консультации.

В ряде случаев для телепатологической диагностики помимо результатов биопсии дополнительно дистанционно предоставляются клиническая информация, цифровые фотографии места болезни и дерматоскопические изображения. Данный подход носит наименование «теледерматоскопическое ассистирование дерматопатологии» («teledermoscopically-aided dermatopathology») и предназначен для повышения качества диагностических решений врача-патолога.

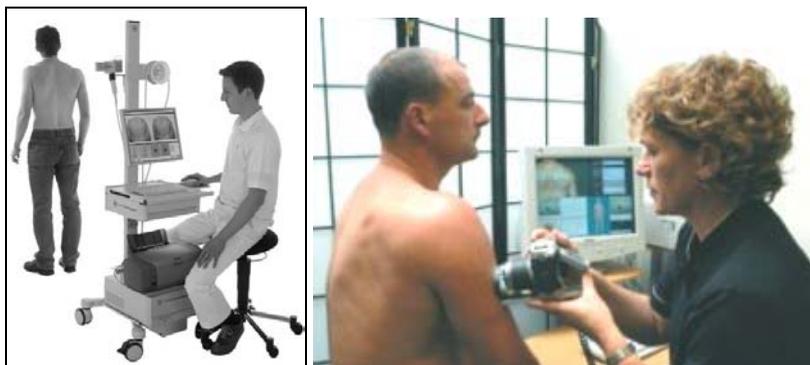


Рисунок 16.1. Дерматоскопия с использованием специализированной цифровой системы и с помощью дерматоскопа, соединенного с цифровой фотокамерой⁹⁴

16.2. Классификация и строение систем теледерматологии

Согласно классификации G.Kanthraj, 2008 [205] системы теледерматологии подразделяются на:

1. Синхронные
2. Асинхронные
 - 2.1. Стандартные.
 - 2.2. Интегративные.
3. Комбинированные (гибридные).
4. Мобильные.

Шаблонная телемедицинская рабочая станция для дерматовенерологии включает в себя:

⁹⁴ Источник иллюстрации – Schuco International Corp.-www.myfotofinder.co.uk, на рисунке изображена система FotoFinder2007™

- персональный компьютер/ноутбук (TFT-монитор с диагональю не менее 19 дюймов, CD/DVD, аудио вход-выход, USB, Bluetooth, IrD интерфейсы, динамики, микрофон, сетевая плата);
- цифровую фотокамеру (не менее 7 мегапикселей, цифровой и оптический zoom, сменные объективы, ручные настройки);
- дерматоскоп (цифровая дерматоскопическая система либо портативный дерматоскоп с адаптером для фотокамеры);
- планшетный сканер;
- принтер;
- модем/терминал связи.

Опционально:

- микроскоп с С-креплением (адаптером тубуса) либо роботизированный цифровой микроскоп.

Применение данной телемедицинской рабочей станции:

- оцифровка медицинской информации (текст, вид Iocus motbi, результатов дополнительных, в т.ч. цитологических исследований), ведение электронных медицинских записей, формирование телемедицинской истории болезни;
- проведение синхронного и асинхронного телемедицинского консультирования с использованием IP-протокола;
- осуществление дистанционных клинических разборов и обходов;
- чтение и прослушивание лекций с использованием программных видеоконференций;
- обеспечение непрерывного дистанционного обучения.

Для функционирования данной телемедицинской рабочей станции необходимо следующее программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);
- текстовый редактор;
- графический редактор (для работы с растровыми изображениями);
- программное обеспечение для цифрового дерматоскопа;
- Интернет-браузер;
- Интернет-мессенджер;
- программа для видеоконференц-связи;

- программа для работы с электронной почтой;
- антивирусная и анти-спам защита.

Опционально: специализированное программное обеспечение для телемедицины, автоматизированные рабочие места, PACS-система, госпитальная информационная система, электронная история болезни, системы на основе знаний и т.д.

В качестве коммуникаций для данной телемедицинской рабочей станции могут использоваться:

- канал Интернет (выделенный, коммутируемый, мобильный, ADSL, xDSL и т.д.);
- локальная, межгоспитальная или территориальная компьютерная сеть;
- канал обмена IP-трафиком;
- ISDN.

Синхронные системы в теледерматологии используют различные методы видеоконференц-связи для реального времени обмена медицинской информацией, телеконсультирования, дистанционного обучения и т.д. (рис.16.2). Возможности видеоконференц-связи в теледерматологии были впервые продемонстрированы в 1997 году В.Zelickson и L.Homan.



Рисунок 16.2. Теледерматологическая видеоконференция⁹⁵

NB! При участии пациента с дерматологическим заболеванием в видеоконференции необходимо использовать специальную камеру для общего обследования (см. главу «Лечебно-диагностическое оборудование для телемедицины»). Веб-камера

⁹⁵ Источник иллюстрации - Куценко И.В. Использование информационных технологий для оказания дерматологической помощи жителям Донецкой области // Укр.ж.телемед. мед.телемат.- 2004.-Т.2, №1.-С.80-84.

или камера терминала используется только для общения; применение их для демонстрации дерматологического места болезни недопустимо.

Для камер, используемых в теледерматологических видеоконференциях, минимальное разрешение должно составлять 704x240 для NTSC и 704x288 для PAL [243].

Асинхронные стандартные системы основываются на обмене медицинской информацией с помощью электронной почты и веб-платформ. Они, как правило, предназначены для разовых телеконсультаций, иногда с демонстрацией краткосрочных и/или отдаленных результатов.

Асинхронные интегративные системы предназначены для системной функциональной интеграции в лечебно-диагностический процесс электронных устройств и программного обеспечения для получения, передачи, накопления и обработки цифровых изображений. Интегративная модель обеспечивает длительное сопровождение, мониторинг и аудит врачом дерматовенерологом пациентов, находящихся на амбулаторном или стационарном лечении в неспециализированных лечебно-профилактических учреждениях (лечащим врачом при этом, как правило, является врач общей практики, семейный врач, хирург или терапевт). Ключевым моментом интегративной модели является регулярное проведение количественного и качественного компьютерного анализа изображений места болезни, периодически передаваемых абонентом. Данный подход обеспечивает математическую верификацию качества лечебной программы, действительный мониторинг состояния пациента, а также – телемедицинский скрининг онкологической и венерологической патологии.

Гибридные системы подразумевает последовательное использование асинхронной передачи данных (цифровых фотографий места болезни и т.д.) по электронной почте с последующим синхронным обсуждением данного клинического случая абонентом и экспертом посредством видеоконференции.

NB! В настоящее время стандартным является обязательное предоставление эксперту медицинской информации о пациенте (выписки, результатов диагностических исследований, различной визуализации) перед видеоконференцией.

Данный подход закреплен в специальных протоколах для теледерматологической практики [351]. Поэтому, выделение специального класса гибридных теледерматологических систем является морально устаревшим.

Мобильные теледерматологические системы основываются на применении мобильных телефонов (смартфонов) и карманных персональных компьютеров (КПК, PDA) со встроенными фотокамерами для получения, обработки и пересылки цифровых фотографий для дистанционного оказания дерматологической помощи.

Наиболее часто подобные технологии применяются для мониторингования состояния места болезни (например, трофической язвы) у амбулаторного, реже стационарного пациента.

В последнее время появились дерматоскопы, адаптируемые к цифровым фотокамерам смартфонов и КПК. В связи с этим в теледерматологии наблюдается появление нового направления – **мобильной теледерматоскопии**. Применение подобной технологии наиболее актуально для скрининга онкологической патологии (прежде всего меланомы).

На основе вышеизложенного предложена авторская классификация систем теледерматологии:

1. Синхронные:

1.1. На основе видеоконференц-связи.

1.2. На основе мобильной телефонии.

2. Асинхронные:

2.1. Стандартные.

2.2. Интегративные

2.2.1. Стационарные.

2.2.2. Передвижные.

3. Мобильные:

3.1. Стандартные.

3.2. Теледерматоскопические.

Согласно данной классификации к синхронным системам относятся:

- передача медицинской информации о пациенте по электронной почте с последующим обсуждением с помощью видеоконференции;

- реальновременная передача цифровых фотографий места болезни (NB! – это обязательный компонент) и последующее обсуждение пациента с помощью мобильной (сотовой) телефони.

Асинхронные системы (рис.16.3-16.4) классифицируются и описываются аналогично классификации G.Kanthraj. Уточнением является выделение стационарных и передвижных интегративных системы.

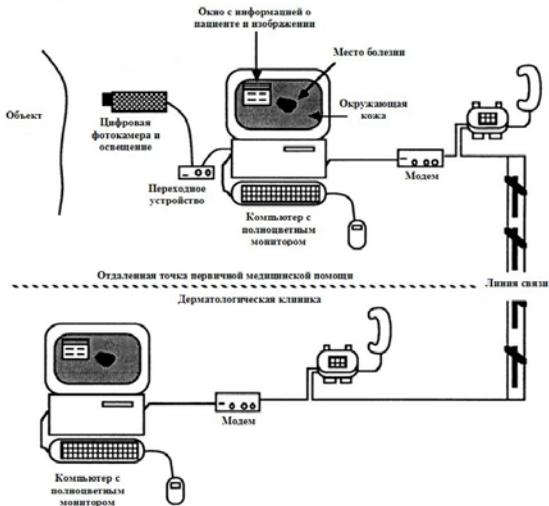


Рисунок 16.3. Классическая схема асинхронной теледерматологической системы по D.Perednia и N.Brown⁹⁶

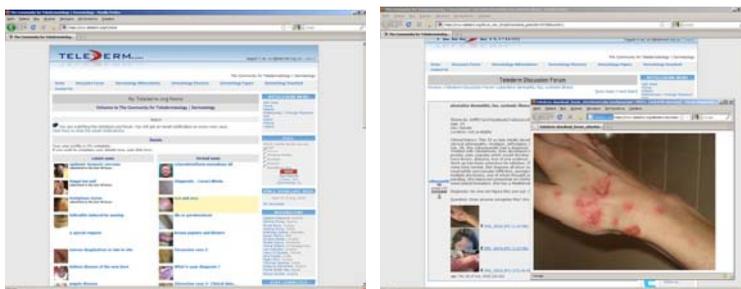


Рисунок 16.4. Асинхронная теледерматологическая система с использованием веб-платформы (www.telederm.org)

⁹⁶ Источник иллюстрации - Perednia DA, Brown NA. Teledermatology: one application of telemedicine. Bull Med Libr Assoc. 1995; 83(1): 42–47.

Первые применяются на базе лечебно-профилактических учреждений, преимущественно для телеконсультирования и телемониторинга. Вторые – за пределами медицинских учреждений, прежде всего для телескрининга (массовых осмотров) и для телемониторинга пациента на амбулаторном этапе (рис.16.5).



Рисунок 16.5. Мобильная теледерматоскопия для скрининга меланомы, диагностические изображения⁹⁷

В числе мобильных теледерматологических систем имеются стандартные, предназначенные для синхронного или асинхронного телеконсультирования (по электронной почте, MMS или через веб-платформу), в том числе как компонента домашней телемедицины (для самостоятельного использования амбулаторным пациентом) (рис.16.6). Теледерматоскопические системы выделены в отдельный класс, как новое, но чрезвычайно важное и актуальное направление.

Длительность теледерматологической консультации составляет 5-25 минут в зависимости от используемой технологии.

С помощью теледерматологических систем обеспечивается решение следующих основных клинических задач:

- поддержка диагностических решений (особенно актуально при взаимодействии врачей-дерматологов с коллегами иных специальностей, врачами общей практики и т.д.) – асинхронное стандартное и синхронное телеконсультирование (теледерматоскопия, телепатология, мобильные системы);

⁹⁷ Источник иллюстрации - Massone C, Hofmann-Wellenhof R, Ahlgrimm-Siess V, Gabler G, Ebner C, Soyer HP. Melanoma screening with cellular phones. PLoS One. 2007 May 30;2(5):e483.



Рисунок 16.6. Мобильная асинхронная теледерматология (программное обеспечение - виджет для доступа к веб-платформе www.telederm.org)

- выбор тактики и схемы лечения с последующим контролем результативности - асинхронные интегративные системы, мобильные системы;

- скрининговые обследования больших групп населения – асинхронные интегративные системы;

- дерматохирургия - асинхронное телеконсультирование (в т.ч. с применением компонентов теледерматоскопии и телепатологии) используется для скрининга и предварительного отбора пациентов; синхронное телеконсультирование на основе видеоконференций применяется на этапе планирования хирургического вмешательства, а также – для дистанционного обучения персонала и пациента; в послеоперационном периоде - для мониторинга состояния и контроля исходов.

16.3. Особенности подготовки и анализа медицинской информации в теледерматологии

Основным видом медицинской информации, используемой в теледерматологии, является цифровое изображение места болезни (фотография либо дерматоскопия). Методы получения соответствующих цифровых фотографий подробно описаны в главе «Цифровая фотосъемка медицинской информации».

Кратко повторим, что стандартным для теледерматологии является представление места болезни в виде 3-4 цифровых фотографий (файл JPEG2000, разрешение минимум 75 точек/дюйм,

размер изображения 1200x1600 пикселей, палитра полноцветная 24-битная RGB). Дерматоскопические изображения получают согласно инструкции для данного медицинского устройства (дерматоскопа) и также используют в виде файлов (см. выше).

NB! Во время цифровой фотосъемки дерматологического места болезни должны использоваться линейки-шаблоны, пригодные для цветовой калибровки изображения при его интерпретации.

Наиболее затруднительно использование цифровых изображений места болезни в теледерматологии в следующих случаях: поражения под волосным покровом или на темной коже, заболевания при которых общая симптоматика превалирует над кожными проявлениями.

NB! При использовании теледерматологии врачами общей практики, семейными врачами и медсестрами (амбулатории, домашняя телемедицина) требуется тщательное обучение персонала методам обследования пациента с дерматовенерологической патологией и навыкам цифровой фотосъемки соответствующих проявлений болезни.

Оптимальные характеристики монитора компьютера, который используется для интерпретации теледерматологических изображений [243]: яркость - минимум 0.5 кандел на метр квадратный, контрастность - 1:500 или выше, размер шага точки - минимум 0,19; перед началом работы монитор должен быть включен не менее 30 минут и тщательно откалиброван с помощью шаблона цветов (температура цвета 6500K/D65/sRGB).

Вторым по важности компонентом является выписка из истории болезни (эпикриз) с максимально подробным анамнезом. На профессиональных теледерматологических веб-платформах пользователям обычно предоставляются формализованные формы для заполнения; при использовании иных технологий рекомендуется разработка специального протокола с четкими вопросами, позволяющими лечащему врачу подготовить анамнестические и физикальные данные максимально четко и полно.

В качестве примера приведем фрагмент протокола для телемедицинского консультирования в дерматовенерологии И.В.Куценко [2,81] (схема 16.1).

Схема 16.1. Пример протокола телемедицинского консультирования в дерматовенерологии (по И.В.Куценко [2,81])

1. Идентификатор пациента (псевдоним, условный код)
2. Возраст
3. Пол
4. Этническое происхождение
5. Профессия
6. Жалобы (максимально подробно) на момент проведения телеконсультации
7. Как давно началось заболевание
8. Были ли подобные высыпания/проявления ранее
9. С чего начиналось заболевание (зуд, покраснение кожи или слизистых, боль и др.)
10. С чем можно связать начало заболевания (переохлаждение, стресс, травма)
11. Предшествовало ли воздействие каких либо местных или общих факторов (химических, физических, механических) появлению высыпаний
12. Как протекало заболевание (периоды ухудшения, улучшения)
13. Если заболевание возникло давно, то отмечается ли влияние времени года на течение заболевания (в какое время года становится лучше / хуже)
14. Проводилось ли лечение по поводу данного заболевания (если да, то, какое, где)
15. Какая эффективность проводимого ранее лечения
16. Какие заболевания были перенесены ранее (ангина, воспаление легких, гепатит, туберкулез, кожные заболевания, болезни, передающиеся половым путем и др.)
17. Есть ли сопутствующие заболевания в настоящий момент (болезни сердца, печени, желудка и др.); если есть, то проводится ли по этому поводу какое-либо лечение (укажите какое именно)
18. Есть ли профессиональные вредности; если да, то какие
19. Общее состояние (настроение, работоспособность, аппетит, сон, стул, мочеиспускание).
20. Подробный локальный статус:
 - Были ли у кровных родственников кожные заболевания (какие).
 - Здоровы ли половые партнеры.
 - Опишите подробно локализацию очага поражения (какие части тела поражены).
 - Болезнены ли высыпания.
 - Беспокоят ли какие-либо иные субъективные ощущения на месте высыпаний?

- После чего усиливаются субъективные ощущения (контакт с водой, моющими средствами, эмоционального стресса, погрешности в питании, употребления спиртного, переохлаждения).
- Плотные или мягкие элементы сыпи на ощупь.
- Содержат ли высыпания, представленные на фото, жидкость внутри.
- Бледнеют ли высыпания при надавливании на них / натягивании кожи вокруг них
- Какое состояние кожи (слизистых) вокруг высыпаний (покраснение, отек, уплотнение и др.).
- Есть ли связь между усилением субъективных ощущений и временем суток.
- Есть ли какие нибудь высыпания на коже или слизистых (полость рта, переанальная область, гениталии), кроме того места, которое представлено на фото.

Безопасность теледерматологических систем обеспечивается по общим правилам для телеконсультирования (см. главу «Телемедицинское консультирование»), а также с помощью двух специальных приемов:

1. Тщательной маркировкой диагностических изображений.
2. Добавлением к изображению водяного знака (watermark) с помощью графического редактора.

Глава 17. Телекардиология и теле-ЭКГ

17.1 Определение и основные компоненты

Телекардиология – комплексное использование телемедицинских процедур (биотелеметрии и телемониторинга, дистанционной интерпретации диагностических данных, телеконсультирования, домашней телемедицины) для профилактики, неотложной и плановой медицинской помощи пациентам с патологией сердечно-сосудистой системы.



Рисунок 17.1. Вильем Эйтховен – основоположник телекардиологии и теле-ЭКГ

Компоненты телекардиологии:

- теле-ЭКГ;
- клиническая биотелеметрия (радиотелемониторинг);
- телемедицинское консультирование с дистанционным обследованием (телеаускультация, телеэхокардиография);
- домашняя телемедицина.

Основным компонентом современной телекардиологии является именно теле-ЭКГ [35,48,82,100,196,235,346].

17.2. Теле-ЭКГ

17.2.1. Определение, цели и задачи

Теле-ЭКГ (ранее: **транстелефонная электрокардиография**) - процесс передачи данных электрокардиографии по телекоммуникационным линиям связи с целью дистанционной ин-

терпретации, телемедицинского консультирования и дистанционного обучения.

Напомним, что первую в мире систему для передачи ЭКГ средствами телекоммуникаций изобрел и реализовал голландский ученый и врач Вильем Эйтховен (рис.17.1).

Основной **целью** теле-ЭКГ является предоставление качественной медицинской помощи (от первой доврачебной до специализированной и квалифицированной) в точке необходимости путем дистанционной интерпретации ЭКГ и поддержки в принятии клинико-организационных решений.

Функции теле-ЭКГ (по Марьенко с соавт., 2009) [126]:

1. Диагностическая - регистрация ЭКГ пациентам с целью выявления острой и хронической патологии сердечно-сосудистой системы в ургентном и плановом порядке.

2. Контролирующая - повторная регистрация ЭКГ через установленные промежутки времени или при изменении общего состояния больного с целью выявления и контроля патологических изменений в миокарде.

3. Учебная - разбор сложных в диагностике ЭКГ, проведение дифференциальной диагностики изменений на ЭКГ с соответствующим обоснованием; разработка тактики лечения пациента, коррекция лечения, решение вопросов госпитализации больных в специализированные учреждения.

4. Административная - оперативный контроль информации относительно количества острых сердечно-сосудистых заболеваний, контроль тяжести состояния больных, контроль качества и своевременности лечения, правильности тактики ведения, выявление и разбор сложных случаев сердечно-сосудистой патологии.

Задачи теле-ЭКГ:

- дистанционная поддержка в принятии диагностических и клинических решений по результатам интерпретации ЭКГ;
- дистанционное сопровождение лечебно-диагностического процесса и профилактических мероприятий;
- дистанционная лечебно-диагностическая работа специалистов в медицинских учреждениях отдаленных, сельских и труднодоступных районов;

- сокращение времени от начала заболевания, обострения до предоставления специализированной и квалифицированной помощи;
- снижение затрат на медицинское обслуживание, транспортно-командировочных и социальных затрат;
- оптимизация потоков пациентов, снижение количества транспортировок;
- непрерывное повышение квалификации медицинского персонала;
- улучшение результатов лечения и показателей здоровья.

17.2.2. Показания к теле-ЭКГ

1). Общие показания формулируются аналогично показаниям к телеконсультациям (см. главу «Телемедицинское консультирование»).

2). «Ишемические» (по Марьенко с соавт., 2009 и Григорьеву с соавт., 2001 [54,126]):

- регистрация ЭКГ во время состояний, которые сопровождаются дискомфортом и болью в области сердца;
- динамический надзор за пациентами с установленным диагнозом ишемической болезни сердца;
- уточнение диагноза острой и хронической сердечно-сосудистой патологии;
- контроль эффективности антиангинальной терапии;
- в случаях сложной дифференциальной диагностики;
- исключение острой сердечно-сосудистой патологии перед оперативными вмешательствами.

3). «Аритмические» (по Марьенко с соавт., 2009 и Григорьеву с соавт., 2001 [54,126]):

- регистрация ЭКГ во время состояний, причиной которых являются возможные нарушения ритма и проводимости (синкопальные состояния и т.п.);
- динамическое наблюдение за пациентами с нарушением ритма и проводимости;
- контроль эффективности и своевременное (раннее) выявление побочных эффектов при терапии антиаритмичными средствами;

- выявление ситуаций, связанных с неэффективностью или нарушением работы искусственного водителя ритма.

4). «Пейсмейкерные» (по Григорьеву с соавт., 2001 [54]):

- контроль эффективности стимуляции;

- выявление ситуаций, связанных с неэффективностью или нарушениями в работе стимулирующей системы (сам стимулятор, электродная система, изменение электрических свойств миокарда).

5). «Мониторинговые» (по Григорьеву с соавт., 2001 [54]):

Телемониторинг пациентов, которые перенесли острый инфаркт миокарда, острый коронарный синдром, кардиохирургические вмешательства (в том числе установку искусственного водителя ритма (ИВР)):

- регулярная или при изменении состояния пациента трансляция ЭКГ с целью контроля лечения и хода заболевания до момента уточнения диагноза или стабилизации больного;

- длительный дистанционный контроль больных на амбулаторно-поликлиническом этапе (в т.ч. регистрация ЭКГ телемедицинской системой в качестве эталона для сравнения (при выписке из стационара)).

6). Необходимость проведения магнитного теста (NB! Возможно только в некоторых системах теле-ЭКГ)⁹⁸.

Показания к теле-ЭКГ по Е.Обуховой с соавт., 2003 [97]:

1). Дистанционная электрокардиография применяется в тех ситуациях, когда:

- отсутствует специалист, владеющий знаниями и навыками анализа ЭКГ (в т.ч. в случаях когда вызов специалиста по временным или иным причинам менее оправдан, чем передача ЭКГ по телефону, а ЭКГ должна быть зарегистрирована и интерпретирована);

⁹⁸ Методика проведения магнитного теста с помощью передатчика системы теле-ЭКГ класса «Телекард»: при регистрации ЭКГ расположить прибор стороной с динамиком в проекции ИВР; под действием магнитного поля динамика ИВР переходит в тестовый режим работы и осуществляется регистрация ЭКГ; если на ЭКГ регистрируется частота ритма 100 в 1 мин., это свидетельствует о стабильной работе искусственного водителя ритма.

- из-за сложных или неясных изменений ЭКГ необходимо получить независимое мнение более квалифицированного специалиста;

- для проведения сравнительного анализа при наличии электронного архива ЭКГ пациента.

2). Дистанционная электрокардиография применяется при широком спектре показаний к исследованию ЭКГ в покое:

- острый инфаркт миокарда или подозрения на его наличие (часто необходимы повторные, иногда до нескольких раз в сутки, исследования ЭКГ; частота регистрации обусловлена нестабильностью кровообращения, наличием или риском развития осложнений и т.п.; при использовании телемедицины желательно зарегистрировать ЭКГ перед выпиской из стационара, непосредственно после неё, перед выходом на работу);

- предстоящая или перенесенная операция на сердце и крупных сосудах (больным этой группы показан динамический контроль ЭКГ, частота которого зависит от течения пред- и послеоперационного периодов);

- подозрение на заболевания сердца или высокий риск их развития (ЭКГ в динамике назначается для оценки изменений клинической картины, проведения дифференциальной диагностики и т.п.);

- изменения на ранее снятой ЭКГ, подозрительные на наличие заболевания сердца или риска его развития (цель периодической регистрации ЭКГ - контроль за динамикой состояния);

- дестабилизация состояния у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы (появление или изменение характера болей в области сердца, прогрессирование сердечной или дыхательной недостаточности, развитие аритмий и т.п.);

- состояния, требующие интенсивного наблюдения, независимо от их вида, в целях контроля за жизненными функциями организма;

- различные заболевания при подозрении на вовлечение сердечно-сосудистой системы в патологический процесс;

- планируемое оперативное вмешательство (с целью выявления возможных противопоказаний к операции и уточнения степени операционного риска, возможного объёма вмешательства, веро-

ятных осложнений, тактики предоперационной подготовки и последующего лечения и т.д.);

- массовые профилактические обследования населения;
- экспертиза состояния здоровья отдельных профессиональных групп;
- случаи регистрации исходной ЭКГ для последующего сравнения.
- все остальные ситуации, когда регистрация ЭКГ предусмотрена стандартами оказания медицинской помощи.

Показания к домашнему телемониторингу ЭКГ по Е.Обуховой с соавт., 2003 [97]:

1. Неидентифицированные феномены преходящей природы, которые не удаётся зафиксировать иными методами клинической и инструментальной диагностики в амбулаторных и/или стационарных условиях (жалобы на боли в области сердца, синкопальные состояния, эпизоды головокружения, ощущение аритмий, слабости необъяснимой периоды).

2. Диагностика ишемической болезни сердца, в том числе вариантной стенокардии (Принцметала), постинфарктной стенокардии, «немой» ишемии миокарда (последней - только с использованием автоматических регистраторов событий).

3. Кратковременные пароксизмальные нарушения ритма и оценка их прогностической значимости.

4. Выявление нарушений ритма сердца в клинических ситуациях, при которых высока вероятность аритмии (перенесенный инфаркт миокарда, нестабильная стенокардия, кардиомиопатия и др.).

5. Контроль эффективности проводимой антиангинальной или антиаритмической терапии в амбулаторных условиях, особенно у пациентов с высоким риском снижения эффективности лечения после выписки из стационара и перехода к амбулаторному режиму или выхода на работу.

6. Контроль за состоянием больных в раннем периоде реабилитации (например, после перенесенного инфаркта миокарда, операции на сердце и т.д.).

7. Динамическое наблюдение и консультативная поддержка больных в хронических субкомпенсированных состояниях (сердечная недостаточность, выраженная артериальная гипертензия,

пароксизмальные нарушения ритма сердца или проводимости) в амбулаторных условиях.

8. Контроль за работой имплантированных кардиостимуляторов (для раннего выявления нарушения их функционирования).

17.2.3. Классификация систем теле-ЭКГ

Телемедицинские системы теле-ЭКГ можно классифицировать следующим образом:

I. По виду передачи сигнала:

1. Цифровые.
2. Аналоговые.

II. По количеству каналов регистрации ЭКГ:

1. 12-канальные.
2. 6-канальные.
3. 3-канальные.
4. 1-канальные.

III. По виду передающего устройства:

1. Электрокардиограф портативный с блоком передачи ЭКГ.
2. Электрокардиограф-передатчик.

IV. По виду канала связи:

1. Проводные.
2. Беспроводные.
3. Смешанные.

V. По стандарту передачи ЭКГ:

1. SCG-ECG.
2. Стандарт разработчика.
3. Смешанные.

17.2.4. Строение систем теле-ЭКГ

Шаблонная схема комплекса теле-ЭКГ включает в себя центральную приемную станцию и совокупность передающих устройств.

Центральная приемная станция включает в себя (рис.17.2.-17.3):

- персональный компьютер/ноутбук (SVGA монитор, CD/DVD, аудио вход-выход, USB, динамики, микрофон, сетевая плата);
- принтер лазерный;

- блок приемный базовый;
- программное обеспечение;
- комплект кабелей;
- блок питания специализированный;

Опционально:

- телефон проводной;
- модем для подключения к сети Интернет;
- блок бесперебойного питания.

Передающее устройство включает в себя (рис.17.4-17.5):

- усилитель-передатчик ЭКГ;
- кабель отведений ЭКГ.

Опционально:

- набор одно-, многоразовых ЭКГ электродов;
- мобильный телефон;
- радиотелефон;
- портативная радиостанция.



Рисунок 17.2. Центральная приемная станция⁹⁹



Рисунок 17.3. Центральная приемная станция – работа врача-эксперта

⁹⁹ Источник иллюстрации (рис.17.2-17.3) – ООО «Компания Тредекс».-www.tredex-company.com, ООО «Компания Ютас».-www.utasco.com, на рисунке изображены системы теле-ЭКГ «Телекард»[™] и «Юнет»[™]

Применение комплекса теле-ЭКГ:

- ургентная передача ЭКГ в дистанционно-диагностический центр из медицинских учреждений первичного и вторичного звена с проведением кардиологического телемедицинского консультирования;

- передача ЭКГ из медицинских учреждений первичного и вторичного звена в плановом порядке в ходе выполнения диспансеризации населения с проведением кардиологического телемедицинского консультирования;

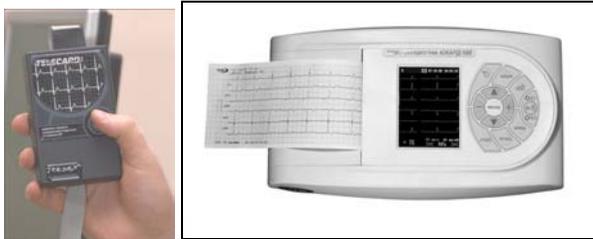


Рисунок 17.4. Передающие устройства (передатчик, кардиограф)¹⁰⁰



Рисунок 17.5. Передающее устройство - работа врача-абонента¹⁰¹

- дистанционное обучение персонала медицинских учреждений первичного и вторичного звена современным методам кардиологической диагностики и применению эффективных фармацевтических препаратов в зависимости от поставленного диагноза и тяжести кардиологического заболевания;

¹⁰⁰ Источник иллюстрации (рис.17.2-17.3) – ООО «Компания Тредекс».-www.tredex-company.com, ООО «Компания Ютас».-www.utasco.com, на рисунке изображены системы теле-ЭКГ «Телекард»™ и «Юнет»™

¹⁰¹ Источник иллюстрации – Миколок В.В., Лозович В.А. Підсумки експлуатації устаткування дистанційної реєстрації ЕКГ «Комплекс медичний діагностичний «Тредекс»» за 2009 рік в Могилів-Подільському районі Вінницької області // Укр.ж.телемед. мед.телемат.-2010.-Т.8,№2.-С.182-186. На рисунке изображена система теле-ЭКГ «Телекард»™

- хранение диагностической информации в электронных базах данных с возможностью контроля изменений ЭКГ в динамике;

- использование принятых ЭКГ для составления учебных атласов сложных диагностических случаев, предназначенных для практического обучения медицинского персонала.

Для функционирования комплекса теле-ЭКГ необходимо следующее программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- специальное программное обеспечение приемной станции (средства обработки входящей информации от передающих устройств, база данных, инструменты обработки и анализа ЭКГ, средства коммуникации и т.д.);

- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);

- Интернет-браузер;

- программа для работы с электронной почтой;

- антивирусная и анти-спам защита.

В качестве коммуникаций комплекс теле-ЭКГ может использовать:

- аналоговые и цифровые проводные телефонные линии связи;

- цифровые беспроводные телефонные линии связи;

- спутниковые каналы связи;

- радиоканалы любого частотного диапазона, обеспечивающие качественную радиосвязь;

- каналы Интернет (выделенный, коммутируемый, мобильный, ADSL, xDSL и т.д.);

- локальную, межгоспитальную или территориальную компьютерную сеть.

Стандартизированная передача данных в системах теле-ЭКГ осуществляется согласно Европейскому стандарту EN 1064:2005 "Health informatics - Standard communication protocol - Computer-Assisted electrocardiography" (SCP-ECG) и стандарту ISO/IEEE 11073-10406-d02.

17.2.5. Организация службы теле-ЭКГ

При организации системы теле-ЭКГ центральная приемная станция размещается в дистанционном диагностическом (теле-медицинском) центре. Дистанционный диагностический (теле-медицинский) центр - структурное подразделение многопрофильных и специализированных национальных, республиканских, областных, городских и районных лечебно-профилактических учреждений, диагностических центров, клиник научно-исследовательских институтов. Основная его функция – обеспечение высококвалифицированной кардиологической помощи и высококачественного проведения электрокардиографических исследований, особенно в сельских и отдаленных районах [48].

Основные задачи центра:

- проведение круглосуточного телемедицинского консультирования, которое состоит из приема и интерпретации электрокардиограмм, транслируемых по телемедицинским системам, предоставления врачам-абонентам результатов этой интерпретации вместе с рекомендациями диагностического, лечебного, организационного, превентивного и учебного характера;
- динамический дистанционный контроль ЭКГ больных с острым коронарным синдромом, нарушениями ритма и проводимости;
- повышение квалификации медицинского персонала на местах;
- решение вопроса о выезде специализированной кардиологической бригады или консультанта-кардиолога.

Передающие устройства системы теле-ЭКГ размещают в пунктах телемедицинской передачи ЭКГ.

Пункт телемедицинской передачи ЭКГ – функциональный сектор на базе структурных подразделений лечебно-профилактических учреждений, которые предоставляют первичную, вторичную или третичную медико-санитарную помощь. Пункт передачи может быть также развернут на базе автомобилей скорой медицинской помощи, учебно-воспитательных заведений, исправительных учреждений и т.д.

Основная его цель - обеспечение качественной и своевременной электрокардиографической диагностики и надлежащего уровня кардиологической помощи.

Схема 17.1. Теле-ЭКГ консультация на догоспитальном этапе¹⁰²



Подготовка пациента к обследованию
(в месте нахождения пациента или
в машине скорой медицинской помощи)



Регистрация 12-канальной
ЭКГ



Трансляция ЭКГ в дистанционный
диагностический центр



Работа врача-эксперта (по-
лучение ЭКГ, интерпрета-
ция, анализ)



Телеконсультация медрботника-абонента по итогам дистанционной
интерпретации ЭКГ

Основная задача пункта - проведение круглосуточного телемедицинского консультирования, которое состоит из: подготовки пациента, регистрации ЭКГ, трансляции ЭКГ с помощью

¹⁰² Источник иллюстрации – ООО «Компания Ютас».-www.utasco.com, на рисунке изображена система теле-ЭКГ «Юнет»™

телемедицинской системы, предоставление врачу-эксперту дополнительных данных о пациенте, получения рекомендации врачей-экспертов, информирование медицинских работников о результатах телеконсультирования, протоколирование.

При методически правильном использовании телемедицинской сети на основе теле-ЭКГ можно достичь положительных эффектов: клинических, организационных и социально-экономических, которые проявляются [90,97,100,126]:

- эффективным проведением лечения по месту первичного поступления в подавляющем большинстве случаев (80-99%);
- снижением затрат на регулярный контроль больных сердечно-сосудистыми заболеваниями;
- ускорением принятия врачебных решений и предоставления неотложной медицинской помощи;
- быстрой верификацией показаний к тромболизису;
- улучшением реабилитации и психологического статуса амбулаторных пациентов;
- снижением транспортно-командировочных расходов, социальных выплат;
- повышением уровня жизни.

Важнейшим преимуществом теле-ЭКГ является реализация непрерывного обучения медицинского персонала на местах - до 70% теле-ЭКГ консультаций содержат элементы дистанционного обучения.

17.2.6. Ошибки и осложнения при использовании теле-ЭКГ

1. Получение центральной приемной станцией «нетипичной» ЭКГ (артефакты и т.д.). Возникает вследствие:

- ошибочного расположения электродов;
- дрожания мышц пациента;
- ошибок оборудования;
- шумов и сбоев телефонной связи.

2. Спонтанное прерывание телефонной связи во время трансляции ЭКГ.

3. Человеческий фактор

4. Программные сбои вследствие вирусных атак или нестабильной работы операционной системы персонального компьютера.

При возникновении подобных ситуаций в большинстве случаев требуется повторная регистрации и трансляции ЭКГ.

17.3. Клиническая биотелеметрия (радиотелемониторинг)

Биотелеметрия (как компонент телекардиологии) в условиях стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений применяется для оперативного наблюдения за пациентами с угрозой резкого нарушения функций сердечно-сосудистой системы, у пациентов с искусственными водителями ритма, с коронарным синдромом, а также при клинических испытаниях медикаментов. Подробно этот вид телемедицинских систем описан в главе «Частная биотелеметрия».

17.4. Телемедицинское консультирование с дистанционным обследованием (телеаускультация, телеэхокардиография)

Телемедицинское консультирование в сфере кардиологии проводится стандартными синхронными и асинхронными методами (см. глава «Телемедицинское консультирование»). Отличительной его особенностью является сочетание передачи данных о пациенте с параллельной трансляцией результатов инструментальных обследований: теле-ЭКГ, телеаускультация, телеэхокардиография. Как уже было сказано выше, в силу своей клинической, финансово-организационной и социальной важности теле-ЭКГ вынесено нами в отдельный компонент телекардиологии. Более общая телемедицинская консультация пациента с патологией сердечно-сосудистой системы обычно сопровождается передачей аускультативной и/или эхокардиографической картины.

Телеаускультация проводится с помощью цифровых стетоскопов (рис.17.6-17.7). В синхронном варианте – звуковая картина транслируется эксперту (с помощью специального программного обеспечения или возможностей аппаратной системы видеоконференц-связи) непосредственно во время проведения

обследования. В асинхронном варианте – звуковая картина записывается в звуковой файл (WAV) и затем направляется эксперту по электронной почте или через веб-платформу.

Телеэхокардиография в синхронном варианте представляет собой трансляцию эксперту ультразвукового изображения непосредственно во время проведения эхокардиографического исследования. Для передачи данных при этом используется аппаратные системы видеоконференц-связи, подключенные к ISDN либо высокоскоростным Интернет-каналам.



Рисунок 17.5. Цифровые стетоскопы (различных производителей и торговых марок) с возможностью применения в телемедицинских целях



Рисунок 17.6. Телеаускультация как элемент телекардиологической консультации ¹⁰³

В асинхронном варианте производится запись ключевого фрагмента исследования (так называемой «петли» от англ. «loop») в видеофайл (MPEG) и последующая его пересылка эксперту по электронной почте или через веб-платформу. Реже для

¹⁰³ Источник иллюстрации - Missouri Telehealth Network.- www.telehealth.muhealth.org.

телемедицинского консультирования используются статические снимки с сонографической картиной сердца (обычно в виде графических JPEG файлов). Также, для обмена информацией в процессе телекардиологических консультаций используется стандарт DICOM.



Рисунок 17.7. Michael DeBakey – основоположник дистанционного обучения в кардиохирургии

Интеграция цифровых диагностических устройств (стетоскопов, электрокардиографов, ультразвуковых сканеров и т.д.) с аппаратными средствами проведения видеоконференций позволяет организовать телемедицинский консилиум с одновременной трансляцией диагностических данных большому количеству экспертов. Подобный подход широко применяется в дистанционном обучении.

Напомним, что первая учебная видеоконференция в сфере кардиологии (точнее, кардиохирургии) была проведена 2 мая 1965 года: выдающийся врач, профессор Michael DeBakey выполнял в США операцию на открытом сердце (установку искусственного аортального клапана), в режиме интерактивного телемоста ход операции транслировался аудитории в Швейцарии (рис.17.7).

17.5. Домашняя телемедицина

Пациенты с патологией сердечно-сосудистой системы имеют высокий риск развития различных осложнений, обычно требующих неотложной помощи и/или ре-госпитализаций в специализированное отделение.

Отметим, что впервые транстелефонный дистанционный контроль функционирования пейсмейкеров был предложен W.Irnich и S.Effert (Германия) еще в 1971 году.

В сфере телекардиологии домашняя телемедицина представлена: комплексной индивидуальным телепатронажем, телемониторингом (ЭКГ, ЧСС, сатурация), телеконтролем приема медикаментов, телеконтролем имплантатов и приборов (пейсмейкеров, дефибрилляторов и т.д.).

Схема 17.2. Индивидуальная телемедицинская система на основе iPhone для пациентов с кардиологической патологией¹⁰⁴



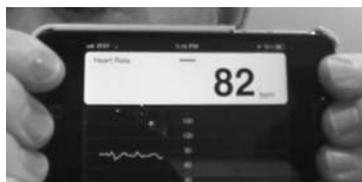
Общий вид устройства (на фотографии – разработчик системы д-р D.Albert)



Фиксация ЭКГ с первых пальцев обеих кистей



Фиксация ЭКГ с грудной клетки



Мониторинг частоты сердечно-сосудистых сокращений

Именно дистанционный контроль имплантируемых устройств является достаточно специфическим направлением индивидуальной телекардиологии, которое интенсивно развивается в настоящее время (см. главу «Домашняя (индивидуальная) телемедицина»).

¹⁰⁴ Источник иллюстрации - www.alivecor.com, на рисунке изображена система AliveCor iPhone ECG™

В последние годы развивается специфическое направление индивидуальной телемедицины для пациентов с кардиологической патологией – применение регистраторов и анализаторов ЭКГ, интегрированных в мобильный телефон (коммуникатор) (схема 17.2).

Подобные устройства пациент постоянно носит с собой, соответственно ЭКГ может быть зафиксирована, автоматически проанализирована и транслирована в call-центр в любой момент времени и в любом месте. Основные функции, решаемые с помощью индивидуальной мобильной теле-ЭКГ:

- регистрация и немедленная интерпретация эпизодов нарушений ритма (event-recording) в точке необходимости;
- телескрининг кардиологической патологии;
- ранее выявление осложнений патологии сердечно-сосудистой системы;
- повышение качества жизни, обеспечение независимой жизни.

Системы домашней (индивидуальной) телемедицины в кардиологической практике достоверно снижают количество ре-госпитализаций и обострений.

Глава 18. Телеинсульт

Time is brain!

18.1. Определение и основные компоненты

Телеинсульт (от англ. «telestroke» - дословно «телеудар», телеинсульт) – комплексное применение телемедицины в лечебно-диагностическом процессе пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения (ОНМК)

Телеинсульт это, как правило, urgentные синхронные телемедицинские консультации, проводимые врачами-экспертами неврологических центров для профильных пациентов, поступающих в не-специализированные лечебно-профилактические учреждения.

С организационной точки зрения для построения подобных телемедицинских сетей используется модель Fisher (2005) (hub-and-spoke model) [175] - модель телемедицинской сети звездообразной топографии. В центре находится так называемый «hub» («ступица колеса») – специализированный центр лечения ОНМК (инсультный центр при областной клинической больнице, клиника, НИИ и т.д.), на периферии – «spoke» («спицы колеса») – лечебно-профилактические учреждения общего профиля (районные и городские больницы) первичного поступления пациентов с ОНМК. «Hub» является источником доказательной практики, информации и протоколов лечения данной категории пациентов.

Одной из главных клинических задач систем телеинсульт является уточнение диагноза и решение вопроса о необходимости проведения тромболизиса и назначения специальных препаратов (Tissue Plasminogen Activator (tPA) и т.д.) в максимально короткие сроки.

Телемедицинская система телеинсульт включает в себя следующие компоненты:

- телеприсутствие;
- видеоконференц-связь (дистанционное обследование);
- телерадиологическую консультацию;
- телемониторинг;
- дистанционную работу с электронными медицинскими записями;

- телементорство (дистанционное обучение) персонала лечебно-профилактических учреждений первичного поступления пациентов с ОНМК;
- дистанционное информационное сопровождение пациентов из групп риска (веб-порталы, SMS-рассылки, группы в социальных сетях и т.д.).

18.2. Методика применения системы телеинсульт

Особенностью систем телеинсульт является параллельное использование видеоконференц-связи (для проведения физического обследования) и PACS-системы (для телерадиологической диагностики).

Таким образом, процесс ургентной консультации посредством телемедицинской системы телеинсульт состоит из двух этапов (схема 18.1):

1) Физикального:

- видеоконференция (стационарная или телеприсутствие);
- представление пациента, анамнеза, жалоб, статуса;
- выполнение шкалы инсульта NIHSS.

2) Радиологического:

- дистанционная работа с PACS (интерпретация компьютерной томограммы и результатов иных радиологических обследований);
- формулировка диагноза и тактики лечения, определение показаний к тромболизису, согласование транспортировки.

Для дистанционного физического обследования применяется стандартизированная методика – выполнение шкалы инсульта Национального института здоровья NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale, Brott T., Adams H.P., 1989). Подробное выполнение физического этапа посредством видеоконференц-связи, представлено на схеме 18.2.

В результате консультации по системе телеинсульт формулируется диагноз, уточняются показания к тромболизису, определяется объем терапии (выполняемой по месту первичного поступления), принимается решение о необходимости, сроках и условиях перевода пациента в специализированный центр (табл.18.1).

Схема 18.1. Основные этапы ургентной синхронной консультации с использованием телемедицинской системы телеинсульт¹⁰⁵



Представление лечащим врачом пациента, анамнеза, жалоб, статуса эксперту



Физикальный этап - выполнение шкалы инсульта NIHSS – физикального стандарта диагностики нарушений мозгового кровообращения



Радиологический этап – изучение экспертом результатов радиологического обследования пациента



Формулировка заключения и рекомендаций, объяснение пациенту диагноза и тактики лечения, выполнение назначений

¹⁰⁵ Источник иллюстрации – Partners TeleStroke Center.-www.telestroke.massgeneral.org, на рисунке изображена система Partners TeleStroke Center.

Схема 18.2. Этапы выполнения шкалы инсульта Национального института здоровья NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale, Brott T., Adams H.P., 1989) – физического стандарта диагностики нарушений мозгового кровообращения – посредством телемедицинской системы телеинсульт¹⁰⁶



Уровень сознания



Уровень сознания - ответы на вопросы



Уровень сознания - выполнение команд



Движения глазных яблок



Исследование полей зрения



Парез лицевой мускулатуры
Продолжение схемы 18.2

¹⁰⁶ Источник иллюстрации – Partners TeleStroke Center.-www.telestroke.massgeneral.org, на рисунке изображена система Partners TeleStroke Center.



Парез лицевой мускулатуры



Движения в верхних конечностях



Движения в нижних конечностях



Атаксия конечностей



Чувствительность



Афазия



Дизартрия



Агнозия

Таблица 18.1. Рекомендуемый временной норматив по приему и лечению пациента с ОНМК с использованием системы телеинсульт по Demaerschalk et al., 2009 [165]

Деятельность	Время (мин.)
Поступление пациента	0
Осмотр дежурной медсестрой	5
Осмотр дежурным врачом	10
Назначение лабораторных исследований и КТ* головного мозга	15
Выполнение лабораторных исследований и КТ* головного мозга	25
Запрос на консультацию по системе телеинсульт (активация системы из абонентского ЛПУ**)	30
Первичная телефонная консультация между абонентским и экспертным ЛПУ	35
Начало двусторонней видеоконференции	40
Телерадиологическая консультация КТ головного мозга	45
Определение диагноза «инсульт» и назначение ближайшей терапии	55
Назначение и выполнение терапии	60
Оформление пациента в абонентское ЛПУ или подготовка к переводу, окончание консультации по системе телеинсульт	65
Формулировка заключения экспертом	75
Оформление документации, заключения и пересылка их в абонентское ЛПУ	120

*КТ – компьютерная томография

** ЛПУ – лечебно-профилактическое учреждение

Доступ эксперта к системе (видеоконференц-связи и PACS) осуществляется как со стационарной рабочей станции, так и с мобильного компьютера (ноутбука) по беспроводному доступу. Оба варианта доступа одинаковы по качеству передачи данных (по скорости скачивания информации в стандарте DICOM), длительности видеоконференции и телеконсультации в целом, а также по клинической эффективности (в частности – по частоте назначения тромболитика) [141].

Важно отметить, что в системах телеинсульт применяются как аппаратно-программные, так и сугубо программные средства для видеоконференц-связи (по стандарту H.32x). Не существует достоверной разницы в качестве диагностики (выполнения шкалы инсульта NIHSS) при использовании программных видеоконференций или специальных терминалов. Обе технологии применяются одинаково успешно. В последнее время все боль-

шее внимание уделяется интеграции терминалов видеоконференц-связи на роботизированном шасси в системы телеинсульт (как формы реализации телеприсутствия) (рис.18.1-18.3).



Рисунок 18.1. Физикальный и радиологический этапы ургентной синхронной телемедицинской консультации с использованием телемедицинской системы «телеинсульт» («telestroke»). Видеоконференция программная по стандарту H.32x¹⁰⁷



Рисунок 18.2. Физикальный этап ургентной синхронной телемедицинской консультации с использованием телемедицинской системы «телеинсульт» («telestroke»). Видеоконференция аппаратно-программная по стандарту H.32x¹⁰⁸

¹⁰⁷ Источник иллюстрации - Treatment of Acute Ischaemic Stroke.-
www.actilyse.com/Main/efficacy/act_now/importance_time/index.htm

¹⁰⁸ Источник иллюстрации - Nani K., Willis P. TeleStroke. Supporting Community Hospitals.-Utah: UHC, Clinical Neuroscience Center, 2010.-12 p., Swedish Medical Center.-
www.swedish.org/Services/Neuroscience-Institute/Neuroscience-Services/Telestroke/How-Telestroke-Works

Специальным вариантом реализации системы телеинсульт является концепция Switzer et al. (2009) – «Telestroke 2.0» («Телеинсульт 2.0»).



Рисунок 18.3. Физикальный и радиологический этапы urgentной синхронной консультации с использованием телемедицинской системы телеинсульт («telestroke») на основе системы телеприсутствия на роботизированном шасси¹⁰⁹



Рисунок 18.4. Веб-платформа для проведения urgentных синхронных консультаций с использованием телемедицинской системы «Телеинсульт 2.0» («Telestroke 2.0»)¹¹⁰

Согласно данной концепции система телеинсульт состоит из трех компонентов (рис.18.4):

- визуализации головного мозга (PACS);
- дистанционного обследования посредством видеоконференц-связи;

¹⁰⁹ Источник иллюстрации - Brown V. Robotic Assistance Remedy.-2008.-6 p.-
www.healthmgtech.com/features/2008_july/0708_robotic.aspx, на рисунке изображена система серии RP InTouch Health™

¹¹⁰ Источник иллюстрации - Switzer JA, Levine SR, Hess DC. Telestroke 10 years later-'telestroke 2.0'. Cerebrovasc Dis. 2009;28(4):323-30.

- веб-платформы, интегрирующей высококачественную видеоконференц-связь, телерадиологический блок, системы поддержки принятия решений и электронные медицинские записи.

Система телеинсульт по концепции Switzer et al. [275] представляет собой мобильный телемедицинский сервис. Врач-эксперт может работать с системой из любой точки, достаточно осуществить доступ к веб-интерфейсу через канал Интернет. Таким образом, повышается доступность, скорость реагирования и, в конечном счете, сокращается время от эпизода ОНМК до решения вопроса о тромболизисе, назначении tPA и т.д.

Применение систем телеинсульт обеспечивает непрерывность квалифицированной и специализированной медицинской помощи пациентам с ОНМК, что приводит к лучшим клиническим, социальным и экономическим результатам. А в большинстве случаев обеспечивает выживание и адекватное восстановление пациента.

По окончании госпитального лечения пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения на амбулаторном этапе успешно применяются телереабилитационные системы (см. главу «Телереабилитация»).

Глава 19. Теледиализ

19.1. Определение и основные компоненты

Теледиализ - комплексное использование телемедицинских технологий (видеоконференций, телемониторинга и телеметрии, электронных медицинских записей, телеконсультирования, телеобследования) для обеспечения качественного проведения сеансов диализа в условиях не-специализированных лечебно-профилактических учреждениях или в амбулаторных условиях.

Телемедицинская система теледиализа включает в себя следующие компоненты:

1. Видеоконференц-связь с медицинской сестрой специализированного нефрологического центра (консультирование, контроль и инструктаж при выполнении медсестринских манипуляций, установке и обслуживании долговременного катетера и т.д.).
2. Видеоконференц-связь с нефрологом в процессе диализа (контроль качества выполнения процедур, поддержка в принятии клинических решений, информационная поддержка пациента и местного медицинского персонала).
3. Дистанционное обследование пациента с реальновременной трансляцией результатов в специализированный центр (аускультация, сонография, теле-ЭКГ).
4. Телеметрию и телемониторинг работы аппарата искусственной почки.
5. Телемониторинг статуса и лабораторных показателей пациента.
6. Дистанционную работу с электронными медицинскими записями.
7. Телемедицинское консультирование со смежными специалистами (сосудистый хирург, медицинский психолог)

Теледиализ, в сочетании с развернутым телемониторингом электролитного состава крови, показателей гемодинамики, давления и т.д. является формой домашней телемедицины [228], рекомендуемой к применению у пациентов в особо тяжелом состоянии или находящихся на терминальных стадиях заболеваний, а также у детей, пациентов старческого возраста.

Схема 19.1. Отдельные этапы проведения теледиализа [255]¹¹¹



Видеоконференция с участием пациента (подключенного к аппарату искусственной почки): медсестра из специализированного центра осуществляет телеконтроль состояния катетера и фистулы



Видеоконференция с участием пациента между медицинскими сестрами и врачом-нефрологом



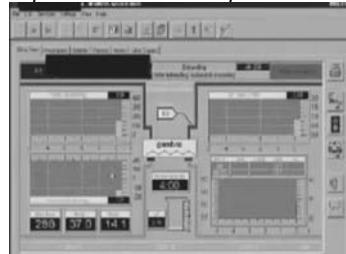
Дистанционное обследование с реальновременной трансляцией данных (электронный стетоскоп с телемедицинскими функциями) – исследование состояния фистулы и долговременного катетера

¹¹¹ Источник иллюстрации - Good Example of Teledialysis/TeleNephrology in use. www.dailyhemo.org/2009/good-example-of-teledialysistelenephrology-in-use, Rumpsfeld M., Arild E., Norum J., Breivik E. Telemedicine in haemodialysis: a university department and two remote satellites linked together as one common workplace. J Telemed Telecare 2005;11:251-255.

Продолжение схемы 19.1



Дистанционное обследование с реальновременной трансляцией данных (ультразвуковой сканер с телемедицинскими функциями) – исследование состояния фистулы и долговременного катетера



Телемониторинг и телеметрия физиологических параметров пациента, показателей работы аппарата искусственной почки; дистанционная работа с электронными медицинскими записями

Амбулаторный теледиализ позволяет существенно снизить количество визитов и госпитализаций пациента в лечебно-профилактические учреждения, а также снизить финансовые затраты на лечение.

19.2. Методика применения системы теледиализа

Системы теледиализа позволяют выполнять регулярные процедуры (4-6 часовый сеанс диализа в среднем 3 раза в неделю) в больнице по месту жительства пациента. При этом непосредственно с пациентом могут работать медицинские сестры, иногда - врачи общей практики. Каждый сеанс диализа сопровождается видеоконференцией с участием врача-нефролога из специализированного центра, телеконсультированием, телемониторингом различных данных, дистанционным контролем проведения процедуры [136,226,255,280] (схема 19.1). Формой теледиализа является телеметрия работы системы перитонеального диализа, работающей в

амбулаторных условиях (домашняя телемедицина) [171,176]. В таких случаях используется специальное программное обеспечение для обмена данными между компьютеризированной системой перитонеального диализа и рабочей станцией курирующего врача-нефролога. Телеметрия и общий телеконтроль процесса применения диализа в амбулаторных условиях позволяет быстро выявить неадекватное поведение пациента (для последующей психологосоциальной поддержки), определить и своевременно устранить осложнения и сбои (неправильную установку катетера, перекрыт трубок, окклюзию фибрином, технические сбои оборудования и т.д.), повысить эффективность процедуры.

Проведение теледиализа, как в клинических, так и в амбулаторных условиях, сопровождается реальным обследованием пациента: электрокардиографией, определением показателей гемодинамики, ультразвуковым обследованием сердца, легких, мочевыводящей системы, сосудов (фистулы) и т.д.



Рисунок 19.1 Теле-ЭКГ консультация с использованием беспроводной передачи данных (телемедицинская система на основе КПК) в процессе теледиализа¹¹²

Полученные данные транслируются в специализированные центры для немедленной интерпретации и телеконсультирования. В частности, использование теле-ЭКГ [178] обеспечивает ранее выявление нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы в процессе проведения гемодиализа и их своевременное устранение.

¹¹² Источник иллюстрации - García J, Trigo JD, Alesanco A, Serrano P et al. Design and evaluation of a wireless decision-support system for heart rate variability study in haemodialysis follow-up procedures. *Comput Methods Programs Biomed.* 2007 Dec;88(3):273-82.

Глава 20. Теленеонатология (соавтор О.И.Ряскова)

20.1. Определение и основные компоненты

Теленеонатология – применение телемедицинских систем для планирования и оказания медицинской помощи новорожденному, проведения скрининговых и превентивных мероприятий в период от родов до 28 дня жизни.

Телемедицинские технологии используются в неонатальной практике с 1980-х годов [202]. Современная теленеонатология – динамично развивающаяся сфера телемедицины, включающая в себя телемедицинские консультации, биотелеметрию и телемониторинг, домашнюю телемедицину, теледиагностику, элементы дистанционного обучения, а также дополнительные возможности и сервисы (информационно-психологическую поддержку и т.д.) [111].

20.2. Клинические телемедицинские консультации

Клинические телемедицинские консультации в сфере неонатологии проводятся по общетелемедицинским подходам для уточнения диагноза, планирования дополнительных обследований, определения тактики лечения, реабилитации и диспансерного наблюдения, информационной поддержки для родителей, обмена опытом и непрерывного повышения квалификации.



Рисунок 20.1. Клиническая асинхронная телемедицинская консультация с использованием веб-платформы (www.telemed-ipath.org.ua)



Рисунок 20.2. Клиническая синхронная телемедицинская консультация с использованием веб-платформы (www.telemed-ipath.org.ua) [92]

Наиболее распространены в неонатальной практике следующие формы проведения телеконсультаций:

- телерадиологические консультации [237,315];
- асинхронные телеконсультации с использованием веб-платформ, реже – электронной почты (рис.20.1-20.2) [78,92,111,151,167];
- синхронные телеконсультации с использованием программных и аппаратно-программных видеоконференций [202,252-253] (рис.20.3).

В процессе телемедицинских консультаций в неонатологии используются возможности телерадиологии и иных смежных процедур.



Рисунок 20.3. Клиническая синхронная телемедицинская консультация с использованием видеоконференц-связи ¹¹³

Компонентом телемедицинских консультаций в неонатологии может являться биотелеметрия физиологических параметров в процессе интенсивной терапии новорожденных (в частности телемониторинг электроэнцефалограммы новорожденных после асфиксии [217]).

20.3. Дистанционное обследование (телеэхокардиография и теле-ЭКГ)

Телеэхокардиография в неонатологии представляет собой реальновременную трансляцию эксперту ультразвукового изображения непосредственно во время проведения эхокардиографического исследования новорожденному. Для трансляции как

¹¹³ Источник иллюстрации - Telemedicine at the Section of Neonatal Medicine of Nationwide Children's Hospital. - www.nationwidechildrens.org/neonatal-telemedicine.

правило используются ISDN-каналы либо высокоскоростной синхронный канал Интернет. Может применяться асинхронный вариант – запись исследования в видеофайл и последующая его пересылка эксперту (через файловый сервер или по электронной почте). В последнем случае для компрессии и передачи видеоизображений при телеэхокардиографии применяется стандарт MPEG (Motion Pictures Expert Group) [132,143,250,303].

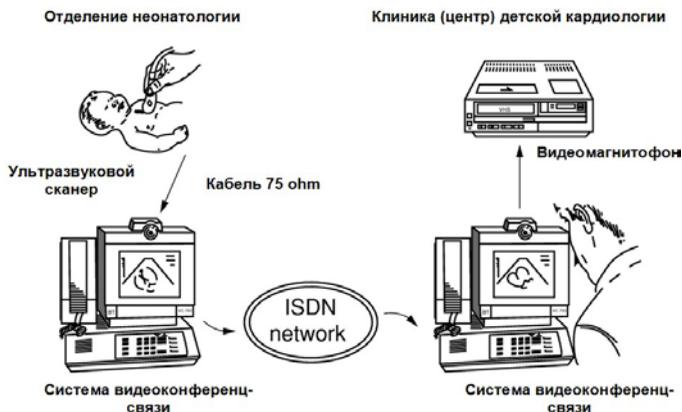


Рисунок 20.4. Классическая схема телеэхокардиографии в неонатологии по Casey, 1999¹¹⁴

Клинико-организационные результаты использования телеэхокардиографии в неонатологии:

- повышение выявляемости, своевременная диагностика патологии сердечно-сосудистой системы (точность диагностики составляет 97-100%);
- устранение задержек при оказании специализированной помощи;
- своевременная коррекция тактики лечения;
- лечение пациентов с кардиологической патологией по месту первичного поступления (от 66 до 95% случаев), соответственное снижение количества переводов и транспортировок;
- снижение финансовых затрат;
- сокращение сроков стационарного лечения;

¹¹⁴ Источник иллюстрации - Casey F.A. Telemedicine in paediatric cardiology. Arch Dis Child 1999;80:497-499.

- повышение частоты использования имеющейся в наличии диагностической аппаратуры.

Применение телеэхокардиографии в неонатологии (для телеконсультаций между специализированными медицинскими центрами и больницами первичного поступления) повышает качество диагностики кардиологической патологии без повышения количества переводов и транспортировок пациентов.

Схема 20.1. Теле-ЭКГ консультация в неонатологии



Размещение электродов на теле новорожденного (используются самоклеющиеся одноразовые датчики)



Электрокардиография



Экспертный центр – дистанционная интерпретация результатов электрокардиографии



Обсуждение диагноза и тактики лечения

Теле-ЭКГ в неонатологии. Для диагностики патологии сердечно-сосудистой системы у новорожденных большое значение имеет 12-канальная электрокардиография (ЭКГ).

Использование систем теле-ЭКГ в неонатальной практике позволяет разрешить проблему качественной и быстрой интерпретации полученных данных путем привлечения высококвалифицированных экспертов (врачей функциональной диагностики) в качестве дистанционных консультантов (схема 20.1).

Показания к проведению теле-ЭКГ консультаций в неонатологии (по Рясковой с соавт., 2009) [257]:

- гипоксия в родах, постгипоксическая кардиомиопатия;
- подозрение на наличие врожденного порока сердца;
- клинические проявления патологии сердечно-сосудистой системы (сердечные шумы, цианоз);
- мониторинг эффективности проведения медикаментозной терапии (допамин).

Для осуществления теле-ЭКГ консультаций используются 12-канальные электрокардиографы или ЭКГ-регистраторы (с транстелефонной или беспроводной передачей данных в экспертный центр). Единственным критичным затруднением при проведении теле-ЭКГ консультаций у новорожденных является неконтролируемая двигательная активность пациентов, иногда требующая повторной установки электродов и регистрации ЭКГ.

Клинико-организационные результаты использования теле-ЭКГ в неонатологии:

- верификация и уточнение диагноза (окончательная формулировка клинического диагноза);
- коррекция схемы медикаментозного лечения;
- контроль введения медикаментозных средств;
- обоснованный вызов на консультацию смежных специалистов (врач-кардиохирург и т.д.).

Впервые теле-ЭКГ в сфере неонатологии была применена в Украине коллективом авторов в 2009 году [34,35,320].

20.4. Телемедицинский скрининг в неонатологии

Телемедицинский скрининг применяется у новорожденных с риском развития сопутствующей патологии и/или осложнений (в частности, для выявления патологии слуха, зрения и т.д.);

наиболее широко распространен и изучен телемедицинский скрининг ретинопатии у недоношенных детей [157,180,203,206,241]. В неонатальных отделениях интенсивной терапии устанавливают цифровые фотокамеры для глазного дна (рис.20.5). Всем детям с риском ретинопатии (недоношенность, низкая масса тела и т.д.) проводят цифровую фотосъемку глазного дна. Обычно каждому новорожденному с риском развития ретинопатии выполняется от 2 до 10 обследований еженедельно. После фотосъемки проводится первичный автоматизированный анализ изображений глазного дна (определение диаметра сосудов) для ускорения процесса обследования, формирования предварительной группы риска, сокращения затрат финансов и рабочего времени.



Рисунок 20.5. Цифровая фотосъемка глазного дна новорожденного (телемедицинский скрининг)¹¹⁵

Затем данные пересылают по электронной почте, через закрытый файловый сервер или веб-платформу в специализированный офтальмологический центр. На основе анализа прислан-

¹¹⁵ Источник иллюстрации – «Широкопольная цифровая педиатрическая ретинальная камера RETCAM II».- www.critical.ru/NeonatalSchool/equipment/retcam.html, на рисунке изображена камера для глазного дна «RetCam»™

ных данных врач-офтальмолог формирует группу риска, определяет индивидуальную лечебно-диагностическую тактику (терапия, динамическое наблюдение, бинокулярная непрямая офтальмоскопия и т.д.). Отметим, что физическое количество изображений глазного дна данного пациента не оказывает достоверного влияния на качество диагностики. Телемедицинский скрининг у недоношенных детей является качественным диагностическим тестом, позволяющим дистанционно выявлять разные степени и формы ретинопатии. Критичным условием для качественной теледиагностики ретинопатии новорожденных является высокое качество цифровой фотографии. Побочные эффекты и осложнения телемедицинского скрининга ретинопатии у недоношенных детей:

- риск развития кровоизлияния в сетчатку;
- снижение сатурации (иногда требуется кислородотерапия);
- брадикардия (вследствие окулокардиального рефлекса);
- тахикардия;
- подъем артериального давления.

Спонтанная нормализация показателей наступает через 30-60 минут после манипуляции.

Таким образом, критичным моментом является необходимость тщательной подготовки врача-неонатолога к работе со специальной цифровой камерой с целью профилактики осложнений (кровоизлияния в сетчатку) и получения высококачественных изображений для последующего анализа удаленным экспертом. Эффективность телемедицинского скрининга ретинопатии у недоношенных детей [261,264,314]:

- врач-офтальмолог может одновременно курировать несколько неонатальных отделений;
- своевременное выявление пациентов группы риска;
- своевременное специальное лечение;
- улучшение клинических исходов.

20.5. Домашняя телемедицина (телемониторинг)

Домашняя телемедицина (телемониторинг) в перинатологии и неонатологии используется наиболее часто для планирования (обеспечения) неонатального периода. Бытовые системы теле-

мониторинга применяются в перинатальной практике для [111,168]:

- 1) контроля состояния плода (ЧСС, количество движений, не-стрессовый тест);
- 2) контроля родовой деятельности (мониторинг маточных сокращений);
- 3) контроля состояния недоношенных детей, выписанных на амбулаторное лечение (сатурация, ЧСС, учет движений, температура тела, 12-канальная ЭКГ, фотоплетизмография).

Наиболее распространены системы первой группы, применяемые у беременных с повышенным риском, например, с выявленными при сонографии петлями или обвитием пуповины. В ряде исследований достоверно доказано, что применение домашнего телемониторинга плода приводит к целому ряду позитивных, с клинической точки зрения, результатов. Домашний телемониторинг показан к применению у беременных с повышенным риском и у старородящих. Эффективность домашнего телемониторинга в перинатологии (по данным рандомизированных клинических испытаний) [111]:

- снижение уровня неонатальной асфиксии;
- снижение уровня преждевременных родов;
- улучшение выявляемости угрожающих состояний (отклонений в нестрессовом тесте, дистресс плода);
- улучшение статуса ребенка на момент рождения (более высокие оценки по шкале Апгар);
- снижение частоты внегоспитальной гибели плода;
- положительное влияние на эмоционально-моральный статус беременных;
- снижение затрат на беременность и лечение в неонатальном периоде;
- повышение длительности гестации (у беременных с высоким риском преждевременного родоразрешения);
- снижение частоты поступлений новорожденных в палаты интенсивной терапии (новорожденные при этом имеют большую массу при рождении и не требуют длительного индивидуально-гестринского поста).

После выписки из стационара у детей с различными патологическими состояниями (например, у недоношенных с хрониче-

ской патологией легких) целесообразно применять домашний телемониторинг уровня кислорода крови, электрокардиограммы, частоты пульса и т.д. Подобный подход позволяет выявить эпизоды спонтанной десатурации, которые обычно остаются нераспознанными, а также - улучшить амбулаторное лечение (в т.ч. проводить оксигенотерапию).

20.6. Комплексные телемедицинские программы и телевизиты

Комплексные телемедицинские программы включают в себя применение различных элементов телемедицины для взаимодействия между медицинскими специалистами, родителями как на госпитальном, так и на амбулаторном этапах. В качестве примера комплексной теленеонатальной программы можно привести проект Baby CareLink [187], цель которого – предоставление медицинского, информационного и эмоционального сопровождения семьям, где родились дети с очень низким весом, во время госпитального и амбулаторного лечения, снижение стоимости лечения. В программе используется комбинация сервисов Интернета и видеоконференц-связи (рис.20.6).



Рисунок 20.6. Эпизод выполнения комплексной теленеонатальной программы¹¹⁶

В каждой семье, принимающей участие в программе, в течение 10 дней после рождения ребенка устанавливается персональный компьютер с интернет-браузером и набором для видеоконференций. Видеоконференции служат для виртуальных

¹¹⁶ Источник иллюстрации - Gray JE, Safran C, Davis RB et al. Baby CareLink: using the internet and telemedicine to improve care for high-risk infants. Pediatrics. 2000 Dec;106(6):1318-24.

визитов и дистанционного обучения (госпитальный этап), телепатронажа и телемониторинга (амбулаторный этап). Специальный веб-сайт проекта содержит обширную информацию для семей. В результате использования комплексной теленеонатальной программы сокращаются сроки стационарного лечения, улучшается эмоционально-психологический статус родителей, снижаются финансовые затраты.

Телевизиты - мобильные системы для одно- или двусторонних телеместов, позволяющие родителям дистанционно «навещать» новорожденных, находящихся в условиях неонатального отделения интенсивной терапии (рис.20.7).



Рисунок 20.7. Телевизит – односторонний телемест посредством мобильного телефона¹¹⁷

Подобные системы состоят из IP-вебкамер (размещаемых в кювете), специального программного обеспечения для видеотрансляции, 3G сети для передачи данных и мобильного телефона с поддержкой 3G. Родители могут в любой момент в режиме реального времени с помощью мобильного телефона наблюдать за ребенком [207,268]. Применение подобных систем положительно влияет на психологический статус родителей за счет снижения уровня тревожности.

¹¹⁷ Источник иллюстрации - Ketelaar P., Spanjers R. (2007) Baby Mobile: Mobilising Virtual Baby Visit / Med-e-Tel Exhibition and Conference Guide.-18-20 Apr.,2008, Luxembourg.- P.73-74.

Глава 21. Телетравматология и телеортопедия

Мы должны думать об Интернете, как о технологии, способной радикально изменить общество, в частности - практику и управление знаниями в ортопедии...

C. Oliver

21.1. Определение, цели и задачи

Телетравматология и телеортопедия – комплексное использование телемедицинских процедур (телеконсультирования, телескрининга, телемониторинга, телеассистирования, телеприсутствия, элементов дистанционного обучения) для поддержки клинических решений и дистанционного оказания помощи пациентам с травмами и заболеваниями опорно-двигательной системы (ОДС) [19,27,43-44,72-73,121-123,214,276-277]. Основные направления использования телемедицины в ортопедии и травматологии:

- организация телемедицинских консультаций между крупными региональными медицинскими центрами и лечебно-профилактическими учреждениями I-II уровня медико-санитарной помощи (целевая группа - пациенты с тяжелой травмой, политравмой, доказана высокая клиническая и организационная эффективность применения телеконсультирования, снижение уровня летальности);

- применение сервисов мобильной (сотовой) телефонии в экстренном телеконсультировании, предоставлении первой помощи, дистанционном обучении, при поддержке в принятии организационных и клинических решений в сфере ортопедии и травматологии, а также для осуществления реабилитационных мероприятий;

- использование телемедицины в процессе лечения тяжелых мягкотканых повреждений и ран, в том числе на амбулаторном этапе (домашняя телемедицина), разработка специальных стандартов для телеконсультирования в данной сфере;

- синхронное телеконсультирование при травматических отчленениях, дистанционная поддержка принятия решений при реплантациях;

- телеконсультирование с целью диагностики и лечение отдельных видов повреждений и заболеваний (политравма, нейро-

травма, фтизиоортопедия и онкоортопедия, повреждение отдельных анатомических областей, челюстно-лицевой области, таза, органа зрения и т.д.);

- использование телемедицины для оказания ортопедо-травматологической помощи детям;

- анализ и предотвращение ошибок в телемедицинской деятельности;

- разработка и внедрение систем для телехирургической ортопедо-травматологической помощи и диагностики (в частности хирургические телеманипуляторы для репозиции закрытых диафизарных переломов бедра, средства реального времени сетевой передачи интраоперационных изображений и т.п.);

- усовершенствование и распространение методик телеприсутствия в травматологии и неотложной помощи.

На рис.21.1 представлена схема этапного использования различных телемедицинских процедур в процессе оказания ортопедо-травматологической помощи

Из всех телемедицинских процедур именно телемедицинское консультирование в ортопедии и травматологии играет ключевую роль в оптимизации лечебно-диагностического процесса и является мощным средством повышения эффективности медицинской помощи. Телемедицина позволяет значительно расширить возможности лечения пациентов с различными повреждениями за счет дистанционного привлечения смежных специалистов. Особенно это важно при предоставлении помощи пациенту с политравмой. Мультидисциплинарные группы специалистов высокого уровня из крупных лечебных учреждений с помощью телемедицины могут эффективно и своевременно предоставлять специализированную помощь пациентам ортопедо-травматологического профиля, которые находятся в сельских, отдаленных, изолированных лечебных учреждениях. С помощью телемедицинских (телерадиологических) систем значительно оптимизируются транспортировки и переводы пациентов в специализированные лечебные учреждения, при этом повышается качество медпомощи и существует возможность рационального управления потоками пациентов.

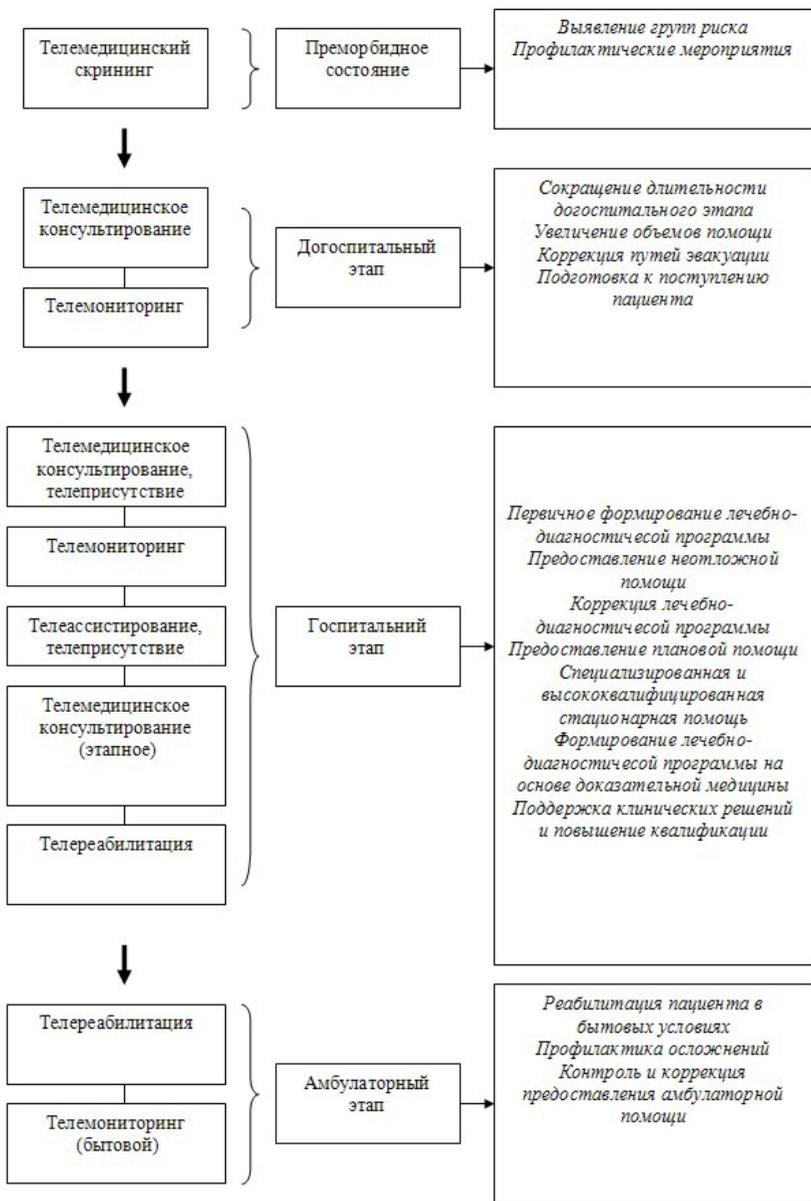


Рисунок 21.1. Схема этапного использования телемедицины в ортопедии и травматологии

Больше того, с учетом современных возможностей телемедицины некоторые авторы даже требуют просмотра критериев для перевода травмированного пациента в лечебные учреждения более высокого уровня. Подготовленный коллектив травматологов, при наличии телерадиологической системы и консультативного сопровождения высококвалифицированными экспертами, может качественно предоставить помощь пациенту с тяжелой травмой в условиях сельского здравоохранения на достаточно высоком уровне.

21.2. Показания к телемедицинскому консультированию в ортопедии и травматологии

Типичные пациенты ортопедо-травматологического профиля для определения, коррекции и оценки лечебной тактики которых наиболее часто используется телемедицинское консультирование:

- мужчина 35-50 лет, который получил в результате дорожно-транспортного происшествия сочетанные повреждения: закрытую черепно-мозговую травму (иногда на фоне алкогольного опьянения), сотрясение головного мозга, открытые осколочные переломы нижней трети диафиза бедра IА-IIIВ степени и средней трети диафиза голени IА-IIIВ степени со смещением, ушиб грудной клетки, тупую травму живота. Вариант - закрытое двухколонное повреждение вертлужной впадины с вывихом бедра. Вариант – высокоэнергетическая производственная (шахтная) травма, изолированная, множественная или сочетанная;

- мужчина или женщина 30-45 лет, который получил(а) бытовую травму в результате падения с высоты - повреждения таза и нижних конечностей;

- девочка 5-7 лет с изолированной (деформация, вывих, а-, гипоплазия) или системной (несовершенный остеогенез, артрогрипоз, гипохондроплазия) аномалией развития ОДС;

- женщина или мужчина старше 40 лет, 6-8 лет тому по поводу коксартроза выполнено тотальное эндопротезирование, вследствие неуточненной причины или травмы имеет место нестабильность компонентов эндопротеза или перипротезный перелом.

Показания к телемедицинскому консультированию в ортопедии и травматологии:

1. Общие показания формулируются аналогично показаниям к телеконсультациям (см. главу «Телемедицинское консультирование»).

2. Специальные:

2.1. Уточнение диагноза, определение/коррекция лечебной тактики, уточнение деталей хирургических вмешательств, решение организационных вопросов для типичных пациентов ортопедо-травматологического профиля (наиболее часто направляемых на телеконсультации).

2.2. Первичная и этапная диагностика, определение/коррекция схемы лечения, планирование реабилитационных и превентивных мероприятий в комплексе лечебно-диагностического процесса пациентов с травмами и заболеваниями ОДС.

2.3. Определение/коррекция тактики лечения пациентов с политравмами и изолированными повреждениями на фоне трудной сопутствующей патологии (общесоматической, психоневрологической и т.п.).

2.4. Принятие стратегических решений относительно методики лечения (консервативного или оперативного) и вида остеосинтеза при лечении острой травмы.

2.5. Принятие стратегических решений о изменении метода фиксации, необходимости выполнения реконструктивно-восстановительных операций и их последовательности на этапе лечения пациентов с травмами.

2.6. Обсуждение планируемой хирургической тактики и деталей оперативного вмешательства (в том числе вида эндопротезирования) при лечении патологии и травм крупных суставов (особенно тазобедренного).

2.7. Определение/коррекция тактики лечения, этапность вмешательств, ведение и реабилитации пациентов с врожденными аномалиями ОДС (в т.ч. в дородовом периоде).

2.8. Необходимость консультативного заключения для пациента ортопедо-травматологического профиля от смежного специалиста.

2.9. Решение вопроса о необходимости перевода/транспортировки пациента в другое лечебно-профилактическое учреждение.

3. Организационно-технические:

3.1. Телеконсультации типичных пациентов ортопедо-травматологического профиля (см. выше) при поступлении их в лечебно-профилактические учреждения, предоставляющие первичную и вторичную медпомощь.

3.2. Асинхронные телеконсультации на основе электронной почты и веб-платформ - на этапе лечения/реабилитации травм, ортопедической патологии и осложнений, при подготовке к плановым оперативным вмешательствам (реконструктивно-восстановительных, эндопротезированию и т.д.).

3.3. Синхронные телеконсультации на основе программных видеоконференций - по неотложным показаниям в процессе лечения острой травмы, осложнений травматической болезни и т.д.

3.4. Синхронные телеконсультации на основе мобильной телефонии (MMS, видеозвонок) - для междисциплинарного телеконсультирования (в т.ч. для пациентов с сочетанными травмами, сопутствующей патологией и т.п.), для решения организационных вопросов (общая тактика лечения, необходимость перевода/транспортировки пациента и т.д.), для контроля и реабилитационных мероприятий на амбулаторном этапе (домашняя телемедицина, телереабилитация).

3.5. Синхронные телеконсультации на основе программно-аппаратных видеоконференций - для организации телеконсилиумов на этапе лечения пациентов ортопедо-травматологического профиля.

Клинические ситуации для использования междисциплинарных телемедицинских консультаций в травматологии и ортопедии:

1. При поступлении в ортопедо-травматологическое отделение пациента с политравмой:

1.1. В случае необходимости вызова на консультацию врача-специалиста из внешней организации;

1.2. В случае отсутствия непосредственного врача-специалиста (челюстно-лицевого хирурга, отоларинголога, офтальмолога, психотерапевта и т.д.).

2. При стационарном лечении пациента с ортопедо-травматологической патологией:

2.1. В случае наличия сопутствующей патологии других органов и систем при отсутствии непосредственных врачей-специалистов.

2.2. В случае появления не-ортопедических осложнений (кардиологических, гастроэнтерологических, психических и проч.).

2.3. В случае необходимости регулярных осмотров врачом-специалистом, который предварительно лично консультировал пациента и выполнял лечебные манипуляции.

3. При необходимости привлечения к лечению консультанта ортопеда-травматолога.

3.1. При лечении или амбулаторном наблюдении пациентов с любыми патологическими или другими состояниями при развитии или первичном выявлении сопутствующей ортопедо-травматологической патологии.

3.2. В случае необходимости в регулярных осмотрах врачом - ортопедом-травматологом, который предварительно лично консультировал пациента и робил любые лечебные манипуляции.

21.3. Строение и использование систем телетравматологии и телеортопедии

Шаблонная телемедицинская рабочая станция для травматологии и ортопедии:

- персональный компьютер/ноутбук (TFT-монитор с диагональю не менее 17 дюймов, CD/DVD, аудио вход-выход, USB, Bluetooth, IrD интерфейсы, динамики, микрофон, сетевая плата);
- цифровая фотокамера (не менее 5 мегапикселей, цифровой и оптический zoom, возможность записи видеоклипов);
- планшетный сканер;
- веб-камера (минимальное разрешение 640x480 пикселей);
- принтер;
- модем/терминал связи;
- негатоскоп.

Опционально:

- мобильный телефон со встроенной камерой (поддержка WAP/GPRS/EDGE/CDMA/3G, MMS);
- цифровой ультразвуковой сканер.

Применение данной телемедицинской рабочей станции:

- оцифровка медицинской информации (текст, рентгенограммы, томограммы, вид *Iocus morbi*), ведение электронных медицинских записей, формирование телемедицинской истории болезни;
- проведение синхронного и асинхронного телемедицинского консультирования с использованием IP-коммуникаций;
- мобильный телефон (камерафон, смартфон) обеспечивает дополнительную возможность синхронных телеконсультаций по MMS, а также использование мобильного Интернета в качестве средства коммуникации;
- дистанционная курация (теледиспансеризация);
- осуществление дистанционных клинических разборов и обходов;
- чтение и прослушивание лекций с использованием IP-протокола;
- обеспечение непрерывного дистанционного обучения.

Для функционирования данной телемедицинской рабочей станции необходимо следующее программное обеспечение (лицензионное или свободно распространяемое/с открытым кодом):

- операционная система персонального компьютера (с драйверами периферических устройств);
- текстовый редактор;
- графический редактор (для работы с растровыми изображениями);
- программа для просмотра DICOM-файлов;
- видео-кодек;
- Интернет-браузер;
- Интернет-мессенджер;
- программа для IP-видеоконференций;
- программа для работы с электронной почтой;
- антивирусная и анти-спам защита.

Опционально: специализированное программное обеспечение для телемедицины, автоматизированные рабочие места, PACS-система, госпитальная, радиологическая информационная система, электронная история болезни, система на основе знаний и т.д.

В качестве коммуникаций для данной телемедицинской рабочей станции могут использоваться:

- канал Интернет (выделенный, коммутируемый, мобильный, ADSL, xDSL и т.д.);
- локальная, межгоспитальная или территориальная компьютерная сеть;
- канал обмена IP-трафиком;
- ISDN.

Модели проведения телемедицинских консультаций в ортопедии и травматологии (рис.21.2-21.4):

1. Телерадиологическая модель - использование компьютеризированного радиологического оборудования, объединенного в территориально-распределенную сеть. Основная цель - первичное установление диагноза и диагностика в сложных ситуациях. Ведущую роль в телеконсультации играют врачирентгенологи. В данное время актуальность модели выросла в связи с развитием безплочной рентгенографии и PACS-систем.

2. Интернет-модель - использование IP-протокола и сервисов Интернета (электронная почта, веб-платформы, программные видеоконференции). Данная модель неразрывно связана с применением персональных компьютеров (основанное на их преимуществах в сравнении с телерадиологическими системами для ортопедии и травматологии), а также цифровых фотокамер для оцифровки медицинской визуализации, locus morbi и т.п. Основная цель – диагностика, определение тактики лечения, организационные вопросы, профилактические мероприятия. Ведущую роль в телеконсультации играют врачи - ортопеды-травматологи. Данная модель является основной в настоящее время.

3. Мобильная модель - использование мобильных (сотовых) телефонов со встроенными цифровыми фотокамерами для проведения MMS-телеконсультаций, использования мобильной электронной почты и адаптированных версий веб-платформ. Актуальность данной модели возросла в связи с распространением карманных персональных компьютеров (КПК, PDA) и коммуникаторов (смартфонов). Основная цель - определение тактики лечения и решение организационных вопросов (необходимость транспортировки и т.п.). Ведущую роль в телеконсультации играют врачи - ортопеды-травматологи и специалисты смежных

дисциплин. С клинической точки зрения данная модель актуальна в сельском здравоохранении и при лечении пациентов с сочетанными травмами.

Частный случай мобильной модели - применение мобильных телемедицинских комплексов в медицине катастроф, военной медицине и для обслуживания отдаленных труднодоступных районов (телемедицинские консультации для раненых, травмированных и т.д.).

4. Модель телеприсутствия - полномасштабное участие врача-эксперта в лечебно-диагностическом процессе, которое реализуется путем использования систем видеоконференц-связи на роботизированных шасси, беспроводных линий связи, оборудования для компьютерного ассистирования (телехирургии). Данная модель является наиболее перспективной в ближайшие 10- 20 лет.



Рисунок 21.2. Синхронная телемедицинская консультация (видеоконференция) пациента с рефрактурой левой бедренной кости

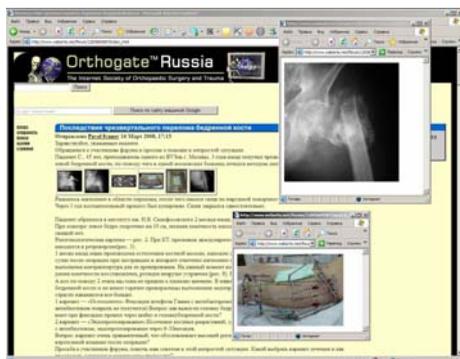


Рисунок 21.3. Асинхронная телемедицинская консультация (веб-платформа) пациента с чрезвертельным переломом (www.weborto.net)

21.4. Особенности телемедицинского консультирования в травматологии и ортопедии

В ортопедии и травматологии наиболее оптимально проведения телеконсилиумов с синхронным или асинхронным участием не менее двух экспертов, которые желательно имеют ученые степени.



Рисунок 21.4. Асинхронная (веб-платформа) и синхронная (видеоконференция) телемедицинские консультации в травматологии и ортопедии

Диагностику травм и заболеваний опорно-двигательной системы при использовании телемедицинских систем осуществляют по цифровым изображениям места болезни, цифровым радиологическим изображениям, а также – по медицинской информации в виде текстовых файлов. Обычно главной целью телемедицинской консультации пациента ортопедо-травматологического профиля является принятие решений относительно тактики лечения. Но, в любом случае, установление диагноза отдаленным экспертом является обязательным элементом телеконсультации: эксперт должен ознакомиться с представленным клиническим случаем и сделать вывод относительно корректности диагноза, который был установлен врачом-абонентом; и только после этого давать обоснованные рекомендации относительно лечения.

Для проведения телемедицинской консультации абонент готовит выписку из медицинской карты стационарного (амбулаторного) больного, которая содержит следующие данные: идентификатор пациента, пол, возраст; жалобы; ключевые анамнестические данные; ключевые данные общесоматического физического, лабораторно-инструментального и лучевого обследо-

ваний; тщательное описание локального статуса (состояние нервной и сосудистой систем); предварительный диагноз; вопросы к консультанту.

Крайне важным моментом для телемедицинского консультирования пациентов с травмами и заболеваниями ОДС является предоставление в коротком эпикризе полных данных относительно локального статуса с четким описанием местного состояния сосудистой и нервной систем. Вместе с цифровой медицинской визуализацией должны быть переданы четкие данные относительно состояния кровообращения, разных видов чувствительности, объема активных и пассивных движений.

Радиологические обследования. Наиболее часто всего для телемедицинского консультирования в травматологии и ортопедии предоставляются рентгенограммы, которые предварительно получены с использованием безплечного рентген-аппарата или оцифрованы с использованием цифровой фотокамеры (см. главу «Цифровая фотосъемка медицинской информации»). Существенных различий относительно диагностического качества рентгенограмм, которые получены разными методами, не существует.

Дополнительная компьютерная обработка графического файла с рентгенограммой или томограммой включает изменение характеристик соответственно стандартизированным значением (см.табл.21.1).

Цифровые клинические фотографии места болезни. Цифровой вид *locus morbi* может быть статичными (фотография) или динамичными (видеоролик, видеоконференция).

Статичное изображение (цифровая фотография) должно быть получено в нескольких проекциях, которые качественно демонстрировать клиническую картину. При необходимости выполняют ряд фотографии, которые отображают функцию, объем движений, характерные симптомы (рис.21.5-21.6).

Оптимальные характеристики статичных цифровых фотографий *locus morbi* для телемедицинских консультаций пациентов с травмами и заболеваниями ОДС: формат файла - JPEG, палитра – полноцветная (RGB), размер изображения (пиксели) - 500-700x500-700 (250-490 тыс.), разрешение (пиксель/дюйм) - 72, размер файла (килобайт) - 20-200.

Таблица 21.1. Оптимальные характеристики цифровых радиологических изображений для телемедицинских консультаций пациентов с травмами и заболеваниями ОДС

Вид изображения/характеристика	Рентгенограмма	Томограмма*
Формат файла	JPEG	JPEG
Палитра	Серошкальная	Серошкальная
Размер изображения (пиксели)	500-625x500-800 (250-500 тыс.)	700-800x500-600 (350-480 тыс.)
Разрешение (пиксель/дюйм)	72	72
Размер файла (килобайт)**	15-25	40-50

Примечания:

* - Для томограм оптимально расположение 1-3 срезов в одном файле.

** - Размеры файла могут значительно колебаться в зависимости от ряда внешних, в том числе технических условий (способа кодирования, и т.п.).



Рисунок 21.5. Пример статичного вида locus morbi: цифровая фотография общего вида места болезни

Динамичное представление locus morbi является очень важным именно для телемедицинской диагностики травм и заболеваний ОДС отдельных локализации (прежде всего - кисти), так как динамичная информация предоставляет более четкую картину относительно объема движений и характерных симптомов. При проведении асинхронных телемедицинских консультации пациентов с травмами и заболеваниями ОДС целесообразно прибавлять короткие видеоролики с демонстрацией места болезни, объема движений и т.п. (рис.21.7).

Видеоролик получают с помощью фото- или видеокамеры; формат изображения – MPEG, средняя продолжительность – 5-20 секунд, размер файла 3-4 мегабайта. Во время видеоконференции эксперт может самостоятельно руководить демонстрацией locus morbi.



Рисунок 21.6. Пример статичного вида *locus morbi*: цифровые фотографии с демонстрацией функции



Рисунок 21.7. Примеры динамичных видов *locus morbi* (лучезапястные суставы и кисть): а - изображение пациента во время видеоконференции, б - видеоролик с демонстрацией объема движений

«Золотые стандарты» телемедицинского консультирования в травматологии и ортопедии:

- наличие доказательной базы (ссылки на публикации, рандомизированные исследования, мета-анализы, ресурсы Интернета, демонстрации аналогичных клинических случаев и т.п.) в рекомендациях эксперта;

- включения в материалы для телеконсультирования результатов компьютерной томографии для пациентов с травмами или заболеваниями таза и крупных суставов.

Специфические ошибки, которые могут возникнуть при использовании телемедицины в травматологии и ортопедии:

- передача при телемедицинской консультации только радиологических изображений и цифровых клинических фотографий без тщательного описания места болезни, неврологического и циркуляторного статусов;

- ошибка при дифференциации обломков костей и сухожилий по цифровым клиническим фотографиям, особенно при значительном кровотечении.

Применение телемедицинского консультирования в травматологии и ортопедии достоверно:

- увеличивает шансы достижения положительных анатомо-функциональных результатов;

- уменьшает риск возникновения осложнений;

- уменьшает риск негативных анатомо-функциональных результатов;

- своевременно устраняет недостатки первичного диагностического процесса;

- сокращает сроки от получения травмы до оказания специализированной помощи;

- сокращает сроки госпитального лечения, финансовые затраты, количество транспортировок.

Телемедицинские технологии являются эффективным инструментом врача ортопеда-травматолога, особенно с точки зрения приближения специализированной и высококвалифицированной ортопедо-травматологической помощи к точке необходимости. Телемедицина позволяет оказать качественную дистанционную помощь пациенту с травмой или тяжелым заболеванием опорно-двигательной системы по месту первичного поступления пациента, значительно улучшить результаты лечения.

Глава 22. Телесестринство

*Информационные технологии не будут
выполнять вашу работу вместо вас,
но они могут очень помочь
вам делать ее лучше и проще...*
R.Simpson

22.1. Определение, задачи и функции

Телесестринство (англ. «telenursing») - использование телемедицинских систем для предоставления медсестринской помощи и координированной работы медсестер в тех случаях, когда физическое расстояние является критическим фактором.

Телесестринство направлено на улучшение качества и доступности помощи пациентам, особенно находящимся на амбулаторном этапе лечения. Данный вид телемедицины позволяет пациенту и его семье стать активными участниками лечебного процесса, особенно при хронических заболеваниях, а медсестрам – предоставлять точную и качественную информацию, осуществлять реальновременную поддержку [37].

Компетентное использование телемедицины в работе медицинских сестер базируется на следующих обязанностях квалифицированной медсестры (принципы American Nurse Association) [160]:

1. Интегрировать телемедицину в медсестринскую практику для ассистирования пациенту, диагностики, идентификации результатов, определения плана лечения, обследования, консультаций и транспортировок.
2. Установить терапевтическое взаимодействие таким образом, чтобы пациент ощущал постоянное присутствие и участие со стороны медсестры.
3. Использовать телекоммуникационные технологии для максимального расширения взаимодействия с пациентами.
4. Использовать наиболее подходящие специфические телемедицинские системы в индивидуальных случаях или для групп населения.
5. Определять ситуации для использования телемедицины, вносить соответствующие изменения в план лечения.

6. Обеспечивать информированное согласие пациента на использование телемедицины.

7. Иметь навыки в проведении консультаций и мультидисциплинарного взаимодействия согласно потребностям пациента.

8. Иметь знания и навыки относительно специальных телемедицинских систем и их клинического применения.

9. Обеспечивать выполнение законодательных и правовых документов в сфере анонимности, конфиденциальности, информированного согласия и информационной безопасности в процессе использования телемедицины.

10. Использовать результаты применения телемедицины и улучшения и модификации профессиональной деятельности.

11. Документировать и протоколировать методы, процессы и результаты применения телемедицины.

Основные принципы телесестринства (по Nurses Association of Nova Scotia, 2000) [282]:

1). Эффективное телесестринство должно:

- расширять и улучшать существующую систему здравоохранения;
- устанавливать оптимальный, а при необходимости неотложный, доступ к медицинским услугам;
- улучшать качество жизни;
- корректировать объем предоставляемых медицинских услуг;
- защищать конфиденциальность/приватность медицинской информации.

2). Обязанности медицинской сестры, проводящей телемедицинскую деятельность:

- устанавливать отношения «пациент-медсестра» на основах оценки, планирования, исследования нужд пациента;
- сотрудничать с иными медицинскими службами для более качественного оказания помощи;
- определять, когда телесестринство является наиболее эффективным и доступным методом помощи, соответствующим нуждам пациента;
- предоставлять помощь в соответствии с принятыми стандартами, протоколами, этическими нормами;

- качественно оказывать медсестринскую помощь путем улучшения собственных знаний и умений и использования технологий;
- учитывать психологические, культурные, религиозные и т.д. особенности пациента;
- информировать пациента о возможностях и ограничениях телесестринства, заменять последнее очным визитом когда это необходимо;
- соблюдать информированное согласие;
- вести практику на принципах доказательной медицины.

3). Функции медицинской сестры, проводящей телемедицинскую деятельность:

- управление обращениями (звонками, e-mail) пациентов;
- мониторинг результатов диагностических обследований, назначений и плана лечения;
- координирование специализированной и первичной помощи;
- мониторинг эффективности протоколов (обезболивание, инсулин).

22.2. Основные компоненты телесестринства и их использование

Основные виды телемедицинских систем и процедур, применяющихся в практике медицинских сестер:

- домашняя телемедицина (в т.ч. телемониторинг, телепатронаж (телевизиты), телеконтроль, работа в call-центрах (телеконсультирование по протоколам и алгоритмам в виде программ, сортировка пациентов, инструктаж в неотложных ситуациях), телехоспис);
- теледиагностический скрининг;
- телемедицинский скрининг;
- дистанционные обследования;
- электронные амбулатории;
- очные осмотры и манипуляции с передачей медицинской информации для врачебного контроля;
- дистанционное обучение и информационная поддержка пациента, его семьи и лиц, непосредственно оказывающих помощь и уход;

- дистанционное ассистирование врачу в проведении протокола лечения (телеуправление гормональной и обезболивающей терапией).

Наиболее важным и эффективным направлением для телесестринства является домашняя телемедицина (см. главу «Домашняя (индивидуальная) телемедицина»). Можно сказать, что в системах домашней телемедицины именно медицинские сестры представляют собой «первую линию обороны»:

1) медицинские сестры являются основными сотрудниками центров телемониторинга (call-центров) (рис.21.1), в которых они осуществляют: контроль выполнения в домашних условиях обследований и терапевтических мероприятий, контроль динамики физиологических показателей пациентов, медсестринские телеконсультации (согласно специально разработанным протоколам), обеспечение быстрого взаимодействия пациентов, врачей и службы скорой помощи в экстренных ситуациях, инструктаж при оказании неотложной помощи до прибытия бригады скорой помощи и т.д.



Рисунок 21.1 Рабочее место медицинской сестры центра телемониторинга (домашней телемедицины)¹¹⁸

2) медицинские сестры осуществляют телепатронаж пациентов (детские, взрослые, гериатрические контингенты) с использованием телефонной связи, видеоконференций, видеозвонков (рис.21.2). Телефонный патронаж известен с 1960х годов, однако в настоящее время его применение не отвечает тре-

¹¹⁸ Источник иллюстрации – Honeywell Hommed. -www.hommed.com

бованиям современной системы здравоохранения. Телевизиты должны осуществляться с помощью видеоконференций (программных или аппаратно-программных) посредством специальных устройств (адаптированных для использования пациентами) или мобильных телефонов (с поддержкой функции видеозвонков). Во время телевизитов уточняется текущее состояние пациента, приблизительно оценивается общий и локальный статус, оказывается информационная и психологическая поддержка.

3) медицинские сестры выполняют очный осмотр и различные манипуляции (перевязки, инъекции и т.д.) во время личных визитов к пациенту на дом. Во время подобных визитов медицинская сестра с помощью цифровой фотокамеры или цифровых диагностических устройств фиксирует состояние места болезни; полученную информацию посредством Интернет передает в базу данных медицинского центра для последующего анализа и изучения врачом.



Рисунок 21.2. Телесестринство в домашней телемедицине – телепатронаж (телевизит) пациента со стомой вследствие онкологического заболевания¹¹⁹

Подобный подход применяется у амбулаторных пациентов со следующими видами патологии:

- ортопедическая или неврологическая – видео- и фотоизображения объема движений в суставах конечностей;
- хирургическая и травматологическая – фотоизображения ран, ожогов;

¹¹⁹ Источник иллюстрации - Krupinski E.A. Clinical Effectiveness of Telenursing.-2008.-
www.atalacc.org/panama2008/Krupinski-Telenursing.pps.

- хирургическая и эндокринологическая – фотоизображения трофических язв;
- дерматологическая – фотоизображения кожных поражений;
- кардиологическая – ЭКГ в виде компьютерного файла или транстелефонная трансляция.

4) медицинские сестры осуществляют постоянную информационную поддержку пациентов и их родственников, а также дистанционное обучение навыкам ухода, самообслуживания, лечебным манипуляциям (для самостоятельного выполнения).

5) медицинские сестры обслуживают системы теледиализа (см. главу «Теледиализ»).

6) медицинские сестры участвуют в телеконтроле и обеспечении амбулаторной паллиативной помощи, контролируют проведение медикаментозной терапии, в т.ч. по специальным протоколам (гормональная, обезболивающая и т.д.).

Телесестринство в домашней телемедицине снижает количество личных визитов медицинских работников к пациенту, на 30-50% снижает количество ре-госпитализаций, снижает финансовые расходы, улучшает социальные и моральные показатели.

22.3. Электронная амбулатория

Специальным направлением телесестринства является работа медицинских сестер в так называемых электронных амбулаториях.

Электронная амбулатория – лечебно-профилактическое учреждение, оказывающее медико-санитарную помощь первого уровня (первую медицинскую, доврачебную и т.д.) в условиях постоянного телемедицинского сопровождения из медицинских центров второго-третьего уровней.

Персонал электронных амбулаторий комплектуется фельдшерами, медицинскими сестрами, парамедиками. С помощью комплекса телемедицинских систем (телеконсультирования, телемониторинга, телеассистирования и т.д.) персонал электронной амбулатории осуществляет диагностический и лечебный процесс с постоянным реальновременным дистанционным участием врачей-консультантов из вышестоящих учреждений (в том числе, узкоспециализированных) (рис.21.3-21.4).



Рисунок 21.3. Электронная амбулатория: а - персонал – медицинские сестры; б - телемедицинская консультация между медсестрами электронной амбулатории и врачом-экспертом¹²⁰

Использование электронных амбулаторий (по-сути, это фельдшерско-акушерские пункты, укомплектованные телемедицинскими системами) позволяет организовать качественное медицинское обслуживание в крайне удаленных, труднодоступных и изолированных населенных пунктах. Обычно данный подход применяется в географических условиях джунглей или тундры. Однако, в настоящее время с учетом жесткого кадрового и финансового дефицита роль электронных амбулаторий чрезвычайно возрастает, в частности как единственного реального способа обеспечения медицинского обслуживания сельских районов.

¹²⁰ Источник иллюстрации - Molefi L. M. Telemedicine as a Tool for Equitable Health Service Delivery, the South African Experience (2009).-www.medetel.eu/download/2009/parallel_sessions/presentation/day3/telemedicine_as_a_tool_for_equitable_health_services.pdf.

Глава 23. Телереабилитация

23.1. Определение, задачи и процессы

Телереабилитация - комплекс реабилитационных, ассистирующих мероприятий и учебных программ, которые предоставляются пациенту дистанционно посредством телекоммуникационных и компьютерных технологий (преимущественно на амбулаторном этапе лечения).

По-сути, телереабилитация это самостоятельное выполнение программы восстановительного лечения пациентом на амбулаторном этапе лечения под дистанционным контролем и руководством врача-специалиста.

Целью телемедицинской реабилитации (телереабилитации) пациентов является быстрая социальная и трудовая адаптация, максимально возможное восстановление функций, навыков самообслуживания и труда.

Телереабилитация направлена на выполнение двух задач:

- повышение функциональных возможностей пациента в его/ее собственной среде жизни;
- предоставление терапевтической помощи.

Наиболее распространенные клинические сферы применения телереабилитации: нейропсихология, расстройства речи, аудиология, физиотерапия и лечебная физкультура, ортопедия, неврология.

Телереабилитация осуществляется на амбулаторном (реже госпитальном) этапе, при отсутствии в лечебно-профилактическом учреждении соответствующего врача-специалиста, а также в тех случаях, когда расстояние является критическим фактором. Она включает к себе постоянное мониторингирование функционального состояния, контроль правильности (адекватности) программы восстановительных и других лечебных мероприятий, коррекцию данной программы, оценку изменений в общем и локальном состояниях пациента.

Телереабилитация это достаточно сложный комплекс различных телемедицинских процедур, наиболее полно описываемый так называемой «Моделью процессов для телереабилитации» J.Winter, 2000 [300,301,381] (схема 23.1).

I. Процессы для решения различных задач путем телевзаимодействия:

Телеконсультирование – медико-юридический термин, обозначающий дистанционную консультацию экспертом посредством телекоммуникаций.

Телеконференция – процесс дистанционного общения двух и более людей посредством телекоммуникаций.

Телематика – изучение интеллектуальных, эффективных стратегий для передачи и использования информации и/или услуг, связанной со здоровьем.

Телеобучение – процесс обучения/тренировки на расстоянии (обучение – одна из ключевых профессиональных функций патронажной медсестры).

Телемониторинг (интерактивный) – процесс мониторингования состояния здоровья на расстоянии. Включает интерактивные конференции и передачу физиологических данных.

Телемониторинг (неотягощающий) – не привлекающий внимание пациента процесс мониторингования состояния здоровья или среды жизни.

Телеподдержка – процесс интерактивной поддержки посредством систем телесестринства: в зависимости от протокола может инициироваться медработником или пациентом.

Телеосмотр – систематические профессиональные дистанционные обследования пациента врачом, медсестрой, инженером реабилитационных устройств или иным медицинским работником.

Телеассистирование – систематическая поддержка статуса здоровья пациента со стороны медицинского работника; представляет собой более широкую процедуру, чем телеосмотр, обычно проводится интерактивно.

Теледиагностика – процесс дистанционного определения диагноза.

Телесоответствие – процесс дистанционного предоставления поддержки, обучения и мотивации для соответствия выполняемых самостоятельно пациентом упражнений и приема медикаментов целям и объему лечебной программы.

Телетерапия – процесс лечебного дистанционного вмешательства (например, физиотерапевтического, психолого-психиатрического и т.д.). В идеале интегрируется со средствами телемониторинга, телеассистирования и соответствующими средствами измерений результатов.

Телеигра – использование интерактивных компьютерных игр со встроенными терапевтическими и/или мониторирующими функциями, параметры игры меняются в зависимости от прогресса функциональных возможностей пациента.

Телетренировка – дистанционное обучение, точнее - телементорство для поддержки, тренировки и ассистирования с целью повышения функциональных возможностей пациента.

II. Общие возможности (концептуальные модели предоставления телереабилитации):

- A. Телеконсультация (стандартное «лицом-к-лицу» телемедицинское взаимодействие посредством видеоконференции для получения доступа к специализированной помощи).
- B. Домашняя телемедицина (классическая модель дистанционной курации и поддержки медицинскими сестрами амбулаторных пациентов).
- C. Телемониторинг (использование несесняющих устройств, обеспечивающих постоянный мониторинг и дистанционное ассистирование).
- D. Телетерапия (самостоятельное выполнение восстановительных упражнений пациентом, использование телемониторинга для дистанционного контроля и предоставления возможности медицинскому специалисту управлять процессом и осуществлять дистанционное обучение).

Клинические сферы применения телереабилитации по J.M.Winters 2002 [300]:

- консультации техническими специалистами или специально обученными клиницистами по вопросам использования инвалидных кресел (сидение, позиционирование и т.д.);
- ассистирующая помощь посредством простых видеотелефонов (Plain-old Telephone Service (POTS));
- обмен между врачами и медицинскими сестрами высоко- или низкачественными изображениями места болезни при лечении и профилактике пролежней;
- дистанционная терапия с применением интерактивных компьютерных средств у пациентов после инсульта или черепно-мозговой травмы;
- дистанционное управление восстановительной программой и телеконсультации врачом-специалистом;
- клинические видеоконференции в рамках существующих телемедицинских сетей.

Безусловно, современные возможности телереабилитации не ограничиваются перечисленными направлениями.

23.2. Классификация систем телереабилитации

Классификация систем телереабилитации по M.Pramuka et al., 2009 [244]:

1. Аудио-системы.
2. Видео-системы.

3. Виртуальная реальность.
4. Веб-системы.
5. Беспроводные.
6. Интегрированные.

На основе вышеприведенных данных и градации роботизированных систем по Carignan и Krebs (2006) [154] мы предлагаем следующий вариант классификации систем телереабилитации:

1. Синхронные
2. Сенсорные интерактивные (роботизированные):
 - 2.1. Унилатеральные.
 - 2.2. Билатеральные
 - иерархические,
 - интегрированные.
3. Биотелеметрические.
4. Мобильные
5. Веб-интегрирующие.

23.3. Основные виды систем телереабилитации

23.3.1. Синхронные системы телереабилитации

Синхронные телереабилитационные системы основываются на сеансах видеоконференц-связи между врачом-специалистом и пациентом для дистанционного контроля качества и точности выполнения восстановительной лечебной программы.

По-сути, врач-специалист осуществляет так называемое телементорство – дистанционное обучение пациента выполнению упражнений и заданий восстановительно-лечебной программы. При этом используются два метода организации видеоконференции "пациент - врач-специалист":

1. Программные по протоколу H.32x или VoIP; применяют малозатратные системы, которые состоят из персональных компьютеров (у пациента и врача-специалиста), веб-камер, программного обеспечения (в том числе с веб-интерфейсом) для видеоконференции и канала Интернет.

2. Видеозвонки с помощью мобильных телефонов; применяются соответствующие протоколы беспроводной связи и программное обеспечение, как правило, поставляемое операторами мобильной телефонной связи.

Во время видеоконференции пациент выполняет упражнения и задания, демонстрирует врачу-специалисту объем и точность движений, функций и т.д., предоставляет субъективную информацию. Врач-специалист контролирует правильность выполнения реабилитационной программы, предоставляет разъяснения относительно состояния пациента и необходимых лечебных действий, оценивает общий и локальный статус, корректирует восстановительную программу.

Синхронные системы телереабилитации применяются и как средство мультидисциплинарной терапии (например, совместное выполнение восстановительной программы под руководством врача-физиотерапевта и врача-невролога и т.д.).

Комплект оборудования пациента для синхронной телереабилитации может быть реализован в виде портативного комплекса, состоящего из специального кейса, ноутбука, сдвоенной веб-камеры, средств беспроводной связи, дополнительных опциональных электронных и электро-механических тренажеров, инструментов для антропометрических измерений (представляют собой программно-аппаратные комплексы, состоящие из цифровых фото-, видеокамер и специального программного обеспечения для анализа и измерений изображений анатомических сегментов) (рис.23.1-23.2).



Рисунок 23.1. Комплект пациента для синхронной телереабилитации (включает средства видеоконференц-связи, набор для дистанционного определения объема движений и антропометрических параметров, средства для записи и анализа речи пациента)¹²¹

¹²¹ Источник иллюстрации - eHAB Brochure.-www.uq.edu.au/telerehabilitation, на рисунке изображен комплекс для телереабилитации eHAB™

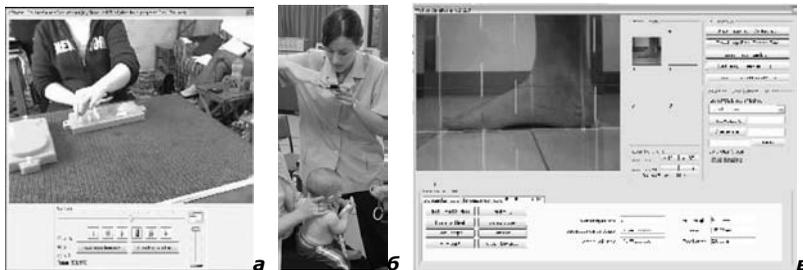


Рисунок 23.2. Сеансы синхронной телереабилитации: а - телеконтроль выполнения упражнений; б - выполнение цифровой фотосъемки для автоматизированного анализа формы черепа; в - автоматизированный анализ антропологической информации)¹²²

К вышеуказанным антропометрическим измерениям, которые осуществляют в процессе сеансов телереабилитации, наиболее часто относят: объем активных и пассивных движений в суставах, высоту свода стопы, форму черепа (для определения плагиоцефалии) и т.д.



Рисунок 23.3. Сеанс телереабилитации – контроль выполнение восстановительных упражнений посредством видеоконференц-связи (со стороны врача-специалиста используется веб-интерфейс)¹²³

Сферы применения синхронных телереабилитационных систем на основе видеоконференц-связи:

- нарушения двигательных функций (ортопедо-травматологическая (повреждения костей и суставов кисти, травмы и дегенеративно-дистрофические заболевания сухожильно-связочного аппарата кисти и т.д.) (рис.23.3), неврологи-

¹²² Источник иллюстрации - eNAV Brochure.-www.uq.edu.au/telerehabilitation, Russell T.Telerehabilitation.- www.uq.edu.au/telerehabilitation, на рисунке изображен комплекс для телереабилитации eNAV™

¹²³ Источник иллюстрации - Glinkowski W. Musculoskeletal 3G telerehabilitation / W.Glinkowski, M.Wasilewska, M.Gil [et al] // Ukr. z. teled. med. telemat.-2007.- Vol.5,№2.-P.189-190.

ческая патология (последствия острых нарушений мозгового кровообращения, рассеянный склероз, последствия черепно-мозговой травмы, параличи и парезы различной этиологии и т.д.));

- посттравматические стрессовые расстройства (для дистанционных сеансов психотерапии в раннем периоде, в т.ч. в условиях отделения интенсивной терапии, используются мобильные компактные системы (на основе ноутбуков));

- восстановительный амбулаторный период пациентов, перенесших эндопротезирование крупных суставов (коленных, тазобедренных);

- инструктаж и обучение пациентов, использующих инвалидные кресла (в том числе, моторизированные), в подобных сеансах могут принимать участие технические специалисты, обеспечивающие тонкие индивидуальные настройки кресла (рис.23.4);

- консультации и инструктаж для обеспечения функциональной подвижности человека с ограниченными возможностями в домашних условиях, включающие специальные упражнения и адаптивные стратегии (обеспечение безопасности домашней обстановки, реализация средств для мобильности в условиях ограничений физических возможностей пациента, техническая поддержка).



Рисунок 23.4. Синхронная телереабилитация пациента по вопросам использования инвалидного кресла и выполнения необходимых восстановительных мероприятий¹²⁴

- нарушения речи (психо-неврологические, постхирургические – операции на гортани), при этом параллельно с видеоконференцией могут использоваться дополнительные средства - интегрированный акустический процессор для автоматизированного

¹²⁴ Источник иллюстрации - Missouri Telehealth Network.- www.telehealth.muhealth.org.

анализа речи, обеспечивающий объективизацию восстановительного процесса и возможность самооценки со стороны пациента, трансляция рентгеноскопической картины для оценки ороторики и т.д. (рис.23.5).



Рисунок 23.5. Сеанс телереабилитации посредством видеоконференц-связи для пациента с нарушением речи (а - со стороны пациента дополнительно используется акустический процессор для автоматизированного анализа функции речи; б - у пациентки с агнозией дополнительно используется программное обеспечение с графическим интерфейсом для выполнения специальных заданий)¹²⁵

Именно в сфере лечения нарушений речи (дизартрии, афазии, агнозии), аудиологии и т.д. синхронные системы телереабилитации используются наиболее широко и эффективно. Реальновременная оценка речи, дистанционное интерактивное взаимодействие обеспечивает психологический комфорт пациента и повышает качество выполнения восстановительных упражнений и задач (рис.23.6).

Отдельным направлением телереабилитации в аудиологии является восстановление коммуникативных функций и социальная адаптация пациентов, перенесших ларингэктомию.

¹²⁵ Источник иллюстрации - Methods, systems and technologies for remote delivery of rehabilitation services.- www.cabr.cua.edu/gallery.cfm.



Рисунок 23.6. Сеанс телереабилитации для ребенка с нарушением речи, используется синхронная телереабилитационная система с функцией совместной работы с документом (материалом для выполнения упражнений)¹²⁶

23.3.2. Сенсорные интерактивные (роботизированные) системы

Сенсорные интерактивные системы, в том числе использующие возможности виртуальной реальности, применяются для телереабилитационных программ у пациентов с различными физическими нарушениями (рис.23.7). Подобные системы состоят из:

1) Комплекта пациента:

- персональный компьютер, специальное программное обеспечение для выполнения восстановительных упражнений (обычно используются элементы компьютерных игр, трехмерной графики, виртуальной реальности и т.д.);
- электро-мехнический или электронный тренажер или устройство взаимодействия (джойстик).

2) Комплекта врача:

- сервер медицинского учреждения;

¹²⁶ Источник иллюстрации - Crutchley S., Campbell M. TeleSpeech Therapy Pilot Project: Stakeholder Satisfaction // International Journal of Telerehabilitation.-Vol.2,N1.-2010.-P.23-30.

- персональный компьютер врача-специалиста;
- специальное программное обеспечение.
- программные или аппаратно-программные средства дистанционного управления/контроля тренажера пациента.

3) Линия связи:

- Интернет-канал (закрытый или открытый), ISDN-канал.

В процессе применения сенсорной интерактивной системы пациент выполняет программу упражнений с помощью электро-механического или электронного тренажера, при этом осуществляется телеметрия и автоматизированный анализ эффективности выполнения. Курирующий врач может оценить действия и прогресс пациента, а также синхронно участвовать и управлять выполнением реабилитационной программы.

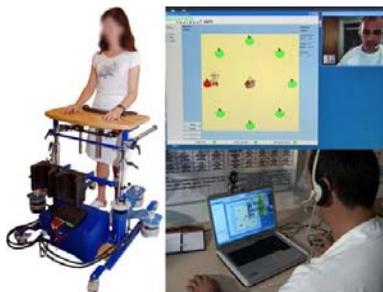


Рисунок 23.7. Сенсорная интерактивная система для телереабилитации (комплект пациента, рабочее окно монитора пациента, комплект врача)¹²⁷

Согласно классификации Carignan и Krebs, 2006 сенсорные интерактивные (роботизированные) системы для телереабилитации подразделяются на [154]:

- унилатеральные;
- билатеральные – иерархические или интегрированные.

В унилатеральных системах только комплект пациента оснащен электро-механическим или электронным устройством взаимодействия. В билатеральных системах – аналогичным устройством снабжен и комплект врача.

В первом случае комплект пациента получает протоколы действий действий (программы восстановительных упражне-

¹²⁷ Источник иллюстраций - Telerehabilitation: a balance training system for home use.-
www.dom-iris.si/en/storitve.php?id=4.

ний) от компьютера из комплекта врача. Результаты упражнений автоматически (синхронно или асинхронно) передаются на компьютер врача для мониторинга и анализа.

В билатеральных системах обмен данными между комплектами происходит посредством специального программного обеспечения, так называемого общего виртуального пространства (ОВП). Средствами компьютерной программы в ОВП создается некий объект, на который могут ввоздействовать и пациент, и врач посредством устройств взаимодействия (тренажеров). Сила, направления и прочие характеристики каждого воздействия определяются автоматически, и в комплект оппонента передается соответствующая информация, с помощью которой моделируется новое состояние объекта.

По своему строению билатеральные системы бывают:

- иерархическими (архитектура клиент-сервер) - виртуальная среда запускается на сервере, обмен данными между комплектами врача и пациента происходит через сервер;

- интегрированными (архитектура точка-точка) – программы ОВП запускаются одновременно на компьютерах обоих комплектов (врача и пациента), производится двусторонний обмен данными.

Приведем описание типовых сенсорных интерактивных систем для телереабилитации.

1. *Телереабилитационные системы с электронной интерактивной перчаткой* применяются у пациентов с последствиями травм и ортопедических заболеваний кисти, а также у пациентов с неврологической патологией (детский церебральный паралич, последствия острых нарушений мозгового кровообращения, карпальный синдром (сдавление срединного нерва) и т.д.) [170,181,192,210,242].

Использование компьютерных систем диагностики и реабилитации с интерактивной перчаткой позволяет выполнять виртуальные трехмерные упражнения и проходить специальные компьютерные игры с целью тренировки мышечной силы, объема и точности движений пальцев кисти.

Электронные сенсорные перчатки (ЭСП) - программно-аппаратные комплексы, которые включают в себя: перчатку из синтетических материалов со встроенными датчиками движе-

ния, силы, давления и т.п., персональный компьютер пациента, сервер медицинского учреждения, программное обеспечение для получения текущей информации от сенсоров перчатки и создания трехмерной (3D) модели кисти пациента, программное обеспечение для выполнения виртуальных упражнений, базу данных для накопления результатов, средства телекоммуникационного контроля и связи со врачом-специалистом.

ЭСП имеют важную дополнительную функцию – телегаптическую - за счет встроенных инженерных устройств данный вид телереабилитационных устройств может создавать противодействие движениям (сгибанию и разгибанию) пальцев кисти пациента, выполняя функции тренажера мышечной силы.

Использование ЭСП в раннем периоде ограничено у пациентов, которые имеют внешние фиксаторы, объемные повязки, гипсовую иммобилизацию или в тех случаях, когда одевание перчатки вызывает болевой синдром вследствие раздражения послеоперационных ран, ожогов и т.д.

Электронные виртуальные перчатки (ЭВП) - программно-аппаратные комплексы, которые включают в себя: несколько веб-камер, персональный компьютер пациента, сервер медицинского учреждения, программное обеспечение для отслеживания с помощью веб-камер движений кисти пациента, постоянного накопления соответствующих изображений и создания 3D модели, программное обеспечение для выполнения виртуальных упражнений, базу данных для накопления результатов, средства телекоммуникационного контроля и связи с врачом-специалистом.

По-сути ЭВП являются компьютерными моделями кисти пациента, которые динамично создаются с помощью веб-камер; они позволяют также проводить оценку двигательной активности и мышечной силы (по степени деформации предметов с известным коэффициентом эластичности, которые пациент сжимает в кисти).

Использование именно ЭВП позволяет начать раннюю телереабилитацию пациентов с последствиями травм и заболеваний кисти, нарушениями двигательных функций, так как созданию виртуальной модели кисти не мешают повязки, аппараты внешней фиксации, послеоперационные раны и т.п.

В обеих системах (ЭСП и ЭВП) для передачи данных между местом пребывания пациента (его персональным компьютером) и сервером медицинского учреждения используется канал Интернет или корпоративная медицинская сеть.

В данное время чаще всего используются телереабилитационные системы на основе электронных перчаток Rutgers Masters II, The Humanglove by Humanware и системы Placidi (рис.23.8).



Рисунок 23.8. Электронная сенсорная перчатка для телереабилитации пациентов с последствиями травм и заболеваний кисти, нарушениями двигательных функций: а - общий вид, б - отслеживание движений и создание 3D модели кисти¹²⁸



Рисунок 23.9. Сеанс телереабилитации - выполнение восстановительных упражнений на развитие мышечной силы и точности движений с помощью ЭСП с параллельной видеоконференцией с врачом-специалистом¹²⁹

Использование электронных перчаток (ЭСП и ЭВП) направлено на тренировку функций кисти, постоянный мониторинг динамики и кинематики пальцев кисти, объема движений,

¹²⁸ Источник иллюстраций - Dipietro L. Evaluation of an instrumented glove for hand-movement acquisition / L.Dipietro, A.Sabatini, P.Dario // J Rehabil Res Dev.-2003.-N40(2).-P.179-189, на рисунке изображена система Rutgers Masters II™

¹²⁹ Источник иллюстрации - Popescu V., Burdea G., Bouzit M. et al. PC-based Telerehabilitation System with Force Feedback.- www.caip.rutgers.edu/vrlab/teleshab.html.

мышечной силы, а также - температурной и тактильной чувствительности. Результаты выполнения гимнастики и реабилитационных упражнений фиксируются в базе данных сервера медицинского учреждения. Врач-специалист (микрохирург и/или реабилитолог) имеет возможность отслеживать изменения в состоянии пациента и своевременно корректировать программу восстановительного лечения (рис.23.9). Параллельным средством при использовании электронных перчаток является проведение видеоконференции между пациентом и врачом-специалистом во время выполнения восстановительной программы с целью наблюдения, оценки эффективности, коррекции недостатков, оценки функционального состояния пациента.

2. *Интерактивные тренажерные комплексы.* Данный вид телереабилитационных систем представляет собой наборы электро-механических и электронных тренажеров, позволяющих выполнять упражнения для восстановления разнообразных функций верхней конечности у пациентов, перенесших острое нарушение мозгового кровообращения (рис.23.10).



Рисунок 23.10. Комплекс тренажеров телереабилитационной системы¹³⁰

Для дистанционного контроля и управления программой восстановительного лечения в домашних (амбулаторных) условиях применяется накопление и анализ показателей, фиксируемых специальными датчиками тренажеров, а также – видеоконференции «пациент – врач-специалист» (схема 23.2).

¹³⁰ Источник иллюстрации - Home-Based Automated Therapy of Arm Function after Stroke Via Telerehabilitation.-2010.- www.cabrr.cua.edu/research/Telerehabilitation.cfm.

Схема 23.2. Сеанс телереабилитации для пациентки с последствиями травмы спинного мозга с применением интерактивного тренажерного (телегаптического) комплекса ¹³¹



Комплект пациента с интерактивным электронно-механическим тренажером



Рабочее окно – программное обеспечение для выполнения упражнений, параллельная видеоконференция с врачом-реабилитологом



Общий вид интерактивного электронно-механического тренажера



Выполнение различных упражнений

¹³¹ Источник иллюстраций - Hometelemed Inc.-www.hometelemed.com, на рисунке изображена система ReJoyce Telerehabilitation System™

23.3.3. Биотелеметрические телереабилитационные системы

Биотелеметрические телереабилитационные системы создаются на основе комплексов клинической биотелеметрии (радиотелемониторинга) (подробнее см. главу «Биотелеметрия»). Использование радиотелемониторинга обеспечивает объективную оценку адаптационных возможностей, контроль и управление процессом физического восстановления пациентов с сердечно-сосудистой патологией путем дистанционной оценки состояния кардио-респираторной системы пациента [118].

Непрерывный контроль электрокардиограммы, артериального давления, частоты дыхания и сатурации пациентов, выполняющих тот или иной вид физических упражнений, и автоматическая индикация тревоги угрожающих состояний существенно повышают качество программы физической реабилитации.

Кардиологические телереабилитационные системы включают в себя два компонента: видеонаблюдение за пациентом и радиотелемониторинг.

Функциональные возможности кардиологической телереабилитационной системы [118]:

- безопасное наращивание интенсивности нагрузки;
- возможность ранней активизации пациента;
- достижение максимального тренирующего эффекта мышечной, кардио-респираторной систем индивидуально для каждого пациента с выработкой индивидуальных программ физической реабилитации.

Система радиотелемониторинга обеспечивает непрерывный одновременный контроль электрокардиограмм и иных показателей одного или нескольких пациентов, выполняющих физические упражнения. Параллельное видеонаблюдение за выполнением физических упражнений объективизирует характер реакции сердечно-сосудистой системы пациента на тот или иной комплекс упражнений. С помощью переговорного устройства, установленного в зале, врач-специалист имеет возможность оперативно корректировать интенсивность и темп нагрузки, обеспечивая тем самым адекватный контроль физической реабилитации пациентов с патологией сердечно-сосудистой системы.

23.3.4. Мобильные телереабилитационные системы

Беспроводные мобильные устройства связи (телефоны, смартфоны, коммуникаторы, КПК) используются в системах телереабилитации следующим образом:

- регулярное уведомление-напоминание SMS-сообщением пациенту о необходимости выполнения программы упражнений [182];

- телеконтроль - процесс выполнения упражнений, отдельных элементов или достигнутых результатов фиксируются в виде цифровых фотографий или видеороликов, которые затем отсылаются врачу-специалисту в виде MMS-сообщений; мобильные видеозвонки выполняются при необходимости более точного контроля выполнения программы, обучения пациента новым упражнениям [182];

- как компонент биотелеметрической телереабилитационной системы (как элемент прибора пациента – см. главу «Биотелеметрия»);

- как инструмент для удаленной работы с веб-интегрирующей системой (см.далее) – с помощью мобильного телефона или коммуникатора врач-специалист может мониторить процесс выполнения психотерапевтической восстановительной программы пациентом с помощью специального веб-сайта.

23.3.5. Веб-интегрирующие телереабилитационные системы

Веб-интегрирующие телереабилитационные системы это специализированные Интернет-порталы с набором функций, нацеленных на выполнение восстановительных программ пациентами и дистанционный контроль данного процесса медицинскими работниками. Обычные функциональные компоненты подобных веб-порталов следующие [248]:

- курсы (модули) дистанционного обучения, дискуссионные форумы и информационно-методические материалы для пациентов;

- системы видеоконференц-связи с веб-интерфейсом;

- системы самооценки (тесты, шкалы и т.д.);

- модули подключения интерактивных сенсорных тренажерных устройств с соответствующим программным обеспечением (для выполнения восстановительных упражнений и заданий);
- средства удаленной работы с базами данных (для медицинских работников).

Основные преимущества использования телереабилитации: снижение количества транспортировок пациентов, улучшение клинической поддержки населения в сельской местности и небольших городах, повышение доступности специализированной помощи, прямая обучающая поддержка медицинских работников, непосредственно оказывающих помощь, уменьшение психологического чувства изолированности у медицинских работников сельских населенных пунктов, обеспечение стабильности и качества медицинской помощи в условиях кадровых проблем, использование позитивных элементов естественной среды жизни пациента, повышение управляемости процессом восстановительной терапии.

Глава 24. Телемедицина в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии (автор Д.К.Калиновский)

24.1. Основные компоненты и базовая рабочая станция

При проведении телемедицинских процедур в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии возможно использование практически всех видов телемедицинских процедур. Наиболее активно используются: синхронные и асинхронные телемедицинские консультации с дистанционной передачей как статических, так и динамических клинических данных, телерадиология (при рентгенологических обследованиях, компьютерной, магнито-резонансной томографии), телепатология (дистанционная интерпретация результатов гистологических исследований).

В качестве основной в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии рекомендуется телемедицинская рабочая станция (ТМРС) следующей комплектации:

- персональный (ПК), SVGA-монитор, комплект мультимедийных устройств, CD-ROM (в ряде случаев может использоваться мобильный вариант ТМРС на основе карманного персонального компьютера, коммуникатора);
- высококачественный сканер;
- цифровая фотокамера (минимальное разрешение 5,0 мегапикселей, для фотографий в полости рта используются специальные насадки или интраоральные цифровые камеры);
- принтер;
- модем;
- набор лечебно-диагностической аппаратуры;
- дополнительное оборудование;
- мобильный телефон со встроенной камерой и поддержкой MMS-сообщений.

В качестве линий связи оптимальным является использование выделенного канала Интернет (рекомендуется для крупных медицинских учреждений). Однако, достаточно эффективно можно использовать и иные способы подключения: коммути-

руемый доступ, беспроводной (мобильный) Интернет и т.д. Данные технологии могут быть рекомендованы к использованию в небольших медицинских учреждениях (сельских, районных и пр.), при проведении экстренных (ургентных) телемедицинских консультаций.

24.2. Особенности проведения телемедицинского консультирования в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии

Проведение телемедицинского консультирования в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии в целом выполняется согласно методикам, описанным в соответствующей главе (см.). Однако имеется ряд особенностей, которые и будут описаны далее.

При телеконсультировании в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии рекомендуются следующие приоритеты использования различных видов медицинской информации и технологий:

Воспалительные процессы:

- информация - цифровые фотографии *locus morbi* (jpeg), УЗИ (jpeg), цифровые рентгенограммы (jpeg), КТ, МРТ (jpeg/dicom), короткий эпикриз (только важная информация, анализы и т.д.), заключения смежных специалистов;

- технологии - e-mail + веб-чат, SMS+MMS, веб-платформы + ургентный вызов.

Травматические повреждения (в т.ч. сочетанная травма):

- информация - цифровые рентгенограммы (jpeg), цифровые фотографии *locus morbi* (jpeg), КТ, СКТ с 3D реконструкцией, МРТ (jpeg/dicom), короткий эпикриз (только важная информация, анализы и т.д.), заключения смежных специалистов;

- технологии - e-mail + веб-чат, SMS+MMS, веб-платформы + ургентный вызов, видеоконференция.

Врожденные и приобретенные дефекты и деформации:

- информация - цифровые фотографии *locus morbi* в 2-3 проекциях и по возможности в динамике (jpeg), цифровые рентгенограммы (jpeg), КТ, СКТ с 3D реконструкцией, МРТ (jpeg/dicom), короткий эпикриз (только важная информация, анализы и т.д.), заключения смежных специалистов;

- технологии - e-mail + веб-чат, веб-платформы, видеоконференция, SMS+MMS.

Опухоли и опухолеподобные заболевания:

- информация - цифровые фотографии locus morbi в 2-3 проекциях (jpeg), цифровые рентгенограммы (jpeg), КТ, МРТ (jpeg/dicom), результаты гистологических исследований, короткий эпикриз (только важная информация, анализы, патогистологические заключения, и т.д.), осмотры смежных специалистов;

- технологии - e-mail + веб-чат, веб-платформы, видеоконференция.

Детская челюстно-лицевая хирургия:

- информация - цифровые фотографии locus morbi в 2-3 проекциях (jpeg), цифровые рентгенограммы (jpeg), УЗИ (jpeg), КТ, МРТ (jpeg/dicom), короткий эпикриз (только важная информация, анализы, сведения о родителях, перенесенные заболевания, прививки и т.д.), заключения смежных специалистов (педиатра, эндокринолога, невролога, ортодонта, логопеда и т.д.);

- технологии - e-mail + веб-чат, SMS+MMS, веб-платформы, видеоконференция.

Болезни зубов и слизистой полости рта:

- информация - цифровые рентгенограммы - прицельные снимки зубов, ортопантограмма (jpeg), цифровые фотографии locus morbi (jpeg), короткий эпикриз (только важная информация, анализы, и т.д.), заключения смежных специалистов;

- технологии - e-mail + веб-чат, SMS+MMS, веб-платформы.

При проведении плановых телемедицинских консультаций (подтверждение тактики лечения, определение методов профилактики осложнений, сомнения пациента в правильности диагноза/лечения/результатов, разбор жалоб, поиск альтернативных путей решения клинической задачи и пр.) рекомендуется использование веб-платформ, а также неформального телеконсультирования (закрытые врачебные форумы, листы рассылки (почтовые конференции), группы социальных сетей и т.д.).

При использовании открытых технологий и неформального телеконсультирования необходимо уделять особое внимание конфиденциальности и анонимности медицинской информации

(согласие пациента, анонимизация, шифрование, цифровая подпись и т.д.).

NB! При проведении телеконсультаций по профилю челюстно-лицевой хирургии и стоматологии в определенных ситуациях необходимо передавать изображение лица пациента, этот аспект должен быть обязательно отражен в информированном согласии пациента. По возможности нужно свести к минимуму идентификацию пациента по фотографии – предоставить фото части лица, «закрыть» глаза и пр. (см. главу «Цифровая фото-съемка медицинской информации»).

24.3. Особенности подготовки диагностической визуализации для телемедицинских процедур в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии

До недавнего времени большинство диагностической информации в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии (как и в медицине в целом) представлялось в аналоговом формате, и для отправки ее по каналам связи необходим был обязательный предварительный этап – оцифровка. Для решения этой задачи успешно использовались два основных устройства – сканер со слайд-модулем и цифровой фотоаппарат. Однако, на данный момент времени имеется широкий арсенал диагностического оборудования, которое высококачественно предоставляет информацию в цифровом виде. В программных средах целого ряда подобных устройств сразу предусмотрена возможность проведение телемедицинских процедур.

Для получения цифровых рентгенограмм эффективно используются системы компьютерной радиологии (CR-системы), предназначенные для быстрой и простой конвертации существующих пленочных рентгенографических систем в цифровые высококачественные автоматизированные решения.

Особенности рентгенологического обследования зубочелюстной системы предусматривают использование специализированного оборудования для проведения дентальной и панорамной рентгенографии. На данный момент существует достаточное количество цифровых ортопантомографов и радиовизиографов.

Цифровые ортопантомографы (рис.24.1-24.2) позволяют получать высококачественные цифровые рентгенограммы всей зубо-челюстной системы (ортопантомограммы), также в большинстве из них есть возможность проведения рентгенологических исследований придаточных пазух носа и височно-нижнечелюстных суставов. Использование специализированного программного обеспечения позволяет провести детальный анализ рентгенограмм, спланировать оптимальный план лечения, тем самым врач-абонент получает качественный информационный материал, который можно эффективно использовать при проведении телемедицинских процедур (рис.24.3).



Рисунок 24.1. Внешний вид цифрового ортопантомографа



Рисунок 24.2. Окно специализированной программы для получения цифровой рентгенограммы



Рисунок 24.3. Окно программного обеспечения для работы с полученной цифровой рентгенограммой¹³²

¹³² Источник иллюстрации на рис.24.1-24.3 - www.vatech.co.kr, на рисунках изображена система PaX-P&P™

Радиовизиограф – это устройство, позволяющее делать снимки зубов на специальный датчик, который передает изображение в компьютер (рис.24.4,24.5). С помощью радиовизиограммы удастся детально оценить анатомическую структуру зубов, определить величину и глубину кариозных полостей, их близость к пульповой камере, выявить воспалительные изменения в периодонте и пародонте, уточнить состояние дентина под пломбой, а также диагностировать травматические изменения, вторичные кариозные поражения, в особенности в апроксимальных и пришеечных участках зуба. Радиовизиография помогает также определить правильность проведенного стоматологического лечения (форма созданной под пломбу полости, наложение лечебной прокладки, качество пломбирования каналов, плотность прилегания пломбировочного материала к стенкам дефекта, наличие нависающих или сливающихся пломб).



Рисунок 24.4. Стационарный радиовизиограф¹³³



Рисунок 24.5. Портативный радиовизиограф

У визиографа есть три существенных преимущества, которые и обеспечили его широкое распространение:

- существенно снижается лучевая нагрузка на пациента, так как чувствительность датчика выше, чем у рентгеновской пленки;
- большое и контрастное изображение зуба на экране компьютера значительно лучше воспринимается стоматологом, чем маленький и размытый снимок на рентгенпленке;

¹³³ Источник иллюстрации на рис.24.4-24.5 - www.medintech-m.ru, на рисунках изображена системы HELIODENT Vario™ и Visiodent™

- радиовизиограф позволяет манипулировать изображением (увеличивается информационная емкость изображения, то есть участки патологии, которые не видны на обычном рентген-снимке, становятся отчетливо различимы на изображении, полученном с помощью радиовизиографа).

Все описанные выше характеристики радиовизиографа позволяют эффективно использовать это оборудование при проведении телемедицинских процедур в стоматологии (прежде всего – терапевтического профиля) (рис.24.6).

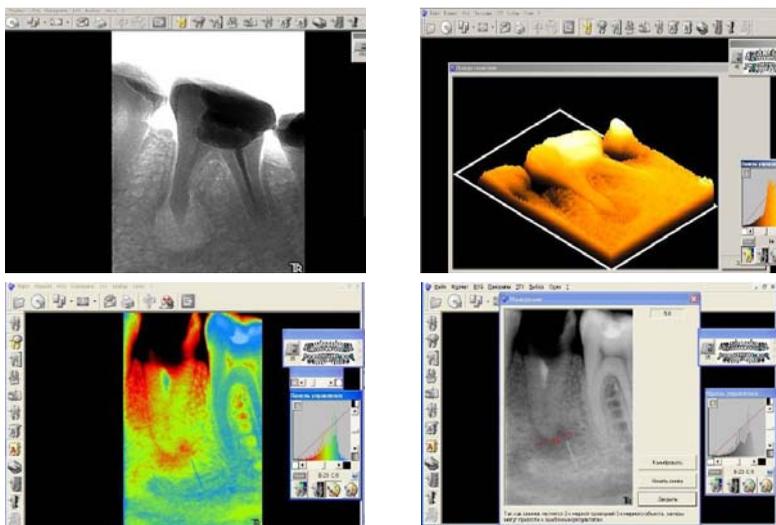


Рисунок 24.6. Примеры цифровых рентгенограмм, полученных на радиовизиографе, проанализированных при помощи специализированного программного обеспечения и подготовленных к телемедицинской консультации

Использование интраоральных видеокамер (в том числе трехмерных, 3D) дает возможность получения снимков всего лица, улыбки, зубного ряда или снимков крупным планом с реальной цветопередачей, которые могут быть эффективно использованы для проведения различных телемедицинских процедур (рис.24.7-24.9).

Компьютерные томографические исследования активно используются в челюстно-лицевой хирургии и позволяют получить качественную цифровую информацию о состоянии тканей и

органов челюстно-лицевой области, прежде всего костей лицевого скелета. Однако, несмотря на все преимущества, данное исследование на обычных и спиральных компьютерных томографах крайне редко использовалось в стоматологии по ряду причин, в числе которых - сравнительно высокая лучевая нагрузка для пациента, неудовлетворительное качество изображения и результатов его обработки.

В начале XXI века появился абсолютно другой томограф, специализированный для стоматологической практики. Это ден-тальный компьютерный 3D-томограф (рис.24.10-24.11). Принципиальное отличие, это использование одного плоскостного сенсора, взамен тысячам точечных детекторов, имеющих на спиральных аппаратах, и коллимирование генерируемого луча в виде конуса.



Рисунок 24.7. Виды интраоральных видеокамер¹³⁴



Рисунок 24.8. Программное обеспечение для работы с интраоральной видеокамерой¹³⁵



Рисунок 24.9. Изображение, полученное при помощи интраоральной видеокамеры и использованное в телемедицинских целях

¹³⁴ Источник иллюстрации - www.anvi-systems.ru/intraoral_soft.shtml, на рисунках изображены системы Supercam™ и Spirit™

¹³⁵ Источник иллюстрации на рис.24.8-24.9 - www.anvi-systems.ru/intraoral_soft.shtml, на рисунках изображена система ANVICam™

Во время съемки излучатель работает непрерывно и сенсор несколько раз в секунду собирает информацию. Собранная информация далее обрабатывается на компьютере, создавая трехмерную модель сканированной области и «нарезается» слоями в виде срезов заданной толщины. Впоследствии в формате DICOM срезы сохраняются в памяти компьютера.



Рисунок 24.10. Дентальный компьютерный 3D-томограф¹³⁶

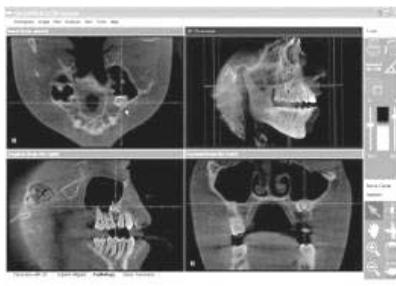


Рисунок 24.11. Программное обеспечение для обработки полученных изображений

Неоспоримые преимущества применения в стоматологической практике конусно-лучевой компьютерной томографии в сравнении со спиральной томографией:

1. Лучевая нагрузка несравнимо меньше. Это преимущество считается наиболее главным, в связи с тем, что проводя различные рентгенографические исследования пациент не должен получать лучевую нагрузку, превышающую 1 Зиверт в год.
2. Качество исследования гораздо выше, т.к. шаг, через который производятся срезы исследований при конусно-лучевой томографии составляет от 0,125мм, тогда как самый качественный спиральный томограф позволяет выдать шаг только 0,5мм.
3. Обработка исследования. Специальные компьютерные программы позволяют врачу-стоматологу самостоятельно обрабатывать исследование, сделанное на конусно-лучевом КТ, определяя без погрешностей всевозможные размеры, плотность костной ткани, производить фотозахваты различных срезов и про-

¹³⁶ Источник иллюстрации на рис.24.10-24.11 – www.kavitrion.ru, на рисунках изображена система GALILEOS Sirona™

екций. Имеется возможность воссоздавать 3D реконструкции челюстей в виртуальном виде.

4. Простота исследования. Спиральные томографы установлены в больших общих клиниках или диагностических центрах, где обследуются пациенты с различными патологиями. Направленный стоматологом на спиральную томографию пациент вынужден сталкиваться с тяжелыми больными нестоматологического профиля, что очень отрицательно сказывается на психологическом состоянии перед предстоящим лечением. Конусно-лучевые томографы устанавливаются в стоматологических клиниках или специализированных диагностических центрах.

5. Конусно-лучевой томограф представляет собой внешне тот же ортопантомограф и, по сути, им является только с расширенными функциями. Поэтому всегда имеется возможность сразу сделать очень качественную ортопантомограмму в электронном виде.

6. Доступность в ценовой категории конусно-лучевой томографии по сравнению со спиральной.

Таким образом, постоянное развитие информационных и компьютерных технологий предоставляет практикующему врачу широкий спектр оборудования для получения дополнительной цифровой информации высокого качества, которую можно эффективно использовать при проведении различных телемедицинских процедур в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии, улучшая качество оказания диагностической и лечебной помощи пациентам стоматологического профиля.

Глава 25. Частные виды биотелеметрии

25.1. Космическая и авиационная биотелеметрия

Биотелеметрия (в аэрокосмической медицине) – это способ непрерывного оперативного медицинского (врачебного) контроля и прогнозирования психофизиологического состояния человека в полёте.

Малая (бортовая) биотелеметрия – фиксация физиологических параметров и передача по особому радиоканалу соответствующей информации с «прибора пациент» космонавта, выполняющего выход в открытый космос, на бортовую приемную станцию космического корабля.

Основные задачи космической биотелеметрии:

- осуществление эффективного контроля процессов адаптации организма человека к условиям полета и поддержания гомеостаза на новом уровне;
- диагностика и лечение заболеваний, возникших у космонавтов во время космического полета.

Именно развитие космонавтики обеспечило появление и стремительное развитие биотелеметрических систем. Биотелеметрия является средством получения информации и контроля за состоянием космонавтов, она обеспечивает постоянный медицинский контроль состояния здоровья членов экипажей космических и воздушных кораблей. Соответствующие исторические сведения приведены в главе «История телемедицины».

В авиационной медицине анализ данных биотелеметрии обеспечивает: физиологическое нормирование лётной нагрузки, выявление и устранение дефектов предполётного медицинского контроля и врачебно-лётной экспертизы, обоснование индивидуальной экспертной оценки профессиональной пригодности, диагностику предболезненных состояний, случаев внезапной потери сознания и реконструкции состояния лётчика в период, предшествующий критическому моменту полёта. Биотелеметрические показатели пилота записываются на бортовые и наземные накопители и учитываются при анализе причин лётных происшествий. Однако, следует отметить, что в гражданской авиации биотелеметрия широкого распространения пока не получила. Ведущими параметрами для регистрации и передачи в

космической биотелеметрии являются: частота пульса, электрокардиограмма, частота дыхания, характер дыхательных движений, электроокулограмма, электроэнцефалограмма, кожно-гальванические реакции. Помимо стандартного набора физиологических показателей космические биотелеметрические системы используются для удаленной регистрации и ряда специфических видов информации: давление и температура в кабине и подкафандровом пространстве, влажность, состав газовой среды, уровень радиации и т.д. В настоящее время помимо индивидуальных телеметрических систем используются бортовые разновидности мобильных телемедицинских систем с возможностью проведения дистанционного обследования и телеконсультирования в реальном времени (с высокоскоростной передачей аудио- и видеoinформации, медицинских данных).

25.2. Клиническая биотелеметрия (телемониторинг)

Биотелеметрия в условиях стационарных отделений лечебно-профилактических учреждений применяется для оперативного наблюдения за пациентами с угрозой резкого нарушения витальных функций (наиболее часто – со стороны сердечно-сосудистой системы). Прибор пациента включает измерительные, записывающие и передающие устройства. Функция сигнала тревоги обеспечивает оповещение медицинского персонала о жизнеугрожающем состоянии (иногда даже до появления клинических симптомов и ощущаемого ухудшения состояния пациента). Накопленные данные используются для уточнения диагноза, изучения динамики состояния пациента.

Для передачи данных используются радиоканалы: УКВ, ISM Band (Industrial Scientific Medical Band) 902-928 МГц, 2,4-2,5 ГГц, цифровые каналы Wi-Fi, IEEE 802.11, bluetooth. Особенности современных клинических систем является их малый вес, эргономичность, алгоритмы цифровой обработки данных для максимального устранения артефактов и влияния помех. В клинической практике биотелеметрия используется для ранней активизации пациентов с риском внезапного обострения сердечно-сосудистой патологии, при необходимости мониторинга ритма сердца и сатурации. У пациентов с искусствен-

ными водителями ритма последнее является обязательным. В данной группе пациентов биотелеметрия используется и в комплексе домашней телемедицины. Биотелеметрия 12-канальной ЭКГ применяется у пациентов с коронарным синдромом, а также при клинических испытаниях медикаментов.

Функциональные возможности клинической биотелеметрии (по Павловичу Р.В. с соавт. 2008) [348]:

1. Раннее восстановление подвижности при переводе пациента из отделения интенсивной терапии в палату стационара.
2. Снижение постреанимационной смертности благодаря круглосуточному контролю.
3. Немедленное обнаружение фатальных нарушений ритма с подачей светового и звукового сигнала тревоги.
4. Контроль хирургического лечения нарушений ритма.
5. Контроль эффективности работы кардиостимуляторов.
6. Подбор антиаритмических препаратов и контроль фармакотерапии.
7. Активная реабилитация больных инфарктом миокарда.
8. Быстрое обнаружение преходящих нарушений ритма.

Показания (группы пациентов и ситуации) для клинической биотелеметрии (по Толкачевой с соавт., 2010) [118]:

1. Пациенты, переводимые из реанимационного блока в общие палаты отделения.
2. Пациенты с риском фатальных нарушений ритма.
3. Пациенты, получавшие тромболитическую терапию.
4. Пациенты с преходящими нарушениями ритма.
5. Активная реабилитация больных с инфарктом миокарда.
6. Подбор антиаритмических препаратов и контроль эффективности лечения.
7. Пациенты с синдромом слабости синусового узла.
8. Контроль хирургического лечения нарушений ритма.

Системы биорадиотелеметрии ЭКГ представляют собой аппаратно-программные комплексы, состоящие из нескольких независимых радиопередатчиков, носимых на теле пациента. ЭКГ радиосигнал передается на центральную станцию, где ведется непрерывное слежение за текущей электрокардиограммой обследуемых пациентов. Обычно системы позволяют регистрировать одноканальную или стандартную 12-канальную ЭКГ. При-

емная станция включает в себя персональный компьютер (принтер) и набор радиоприемного оборудования (приемный блок, антенно-фидерное устройство, блок питания и зарядное устройство, программное обеспечение). Передающее устройство включает в себя усилитель-передатчик ЭКГ и набор аксессуаров (1-, 12-канальный усилитель-передатчик ЭКГ, кабель отведений, комплект одноразовых ЭКГ электродов) (рис.25.1-25.2).

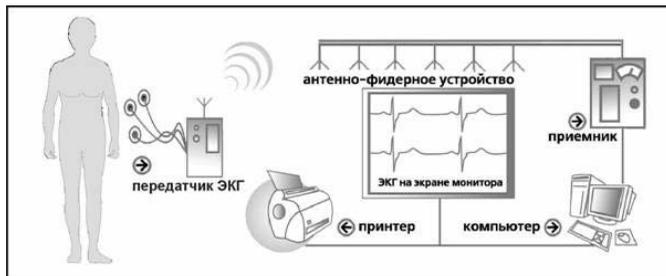


Рисунок 25.1. Принципиальная схема клинической биорадиотелеметрической системы (по Задорожной и Прокопову, 2010)¹³⁷



Рисунок 25.2. «Прибор пациента», передающее устройства комплекса радиомониторного ЭКГ-контроля¹³⁸

Клиническая биотелеметрия (в частности ЭКГ) позволяет своевременно выявлять и предупреждать жизнеопасные ситуации, оперативно принимать необходимые лечебные меры. Также системы биорадиотелеметрии ЭКГ входят в состав современных телереабилитационных систем (см. главу «Телереабилитация»).

¹³⁷ Источник иллюстрации - Задорожная Л.Н., Прокопов А.В. Теле-ЭКГ: телеметрический контроль ЭКГ в реальном времени.-www.tredex-company.com/article_show.php?id=15.

¹³⁸ Источник иллюстрации – ООО «Компания Тредекс».-www.tredex-company.com, на рисунке изображена система «РадиоХолтер»™

25.3. Военная биотелеметрия

В условиях современного боя крайне важной является точная информация о состоянии, местоположении и передвижениях каждого конкретного солдата, что необходимо для четкой координации, выработки тактики боя и оказания качественной медицинской помощи. Примерно аналогичные требования предъявляются к спасательным, антитеррорристическим и прочим экстремальным операциям (рис.25.3-25.4).



Рисунок 25.3. Военная телеметрическая система: набор датчиков, пояс для крепления датчиков, прибор исследователя (командира) и радиоприемное устройство. На экране графически отражается состояние физиологических функций каждого мониторируемого военнослужащего¹³⁹



Рисунок 25.4. Рабочее окно программного обеспечения обеспечения командного центра военной телеметрической системы на экране: ноутбука, коммуникатора (смартфона), специального устройства в виде наручных часов

Основные задачи современных военных биотелеметрических систем это:

- измерение физиологических параметров (артериального давления, оксигенации, температуры тела, частоты дыхания,

¹³⁹ Источник иллюстрации на рисунках 24.3-24.6. – Zephyr Technology Corp.-
www.zephyr-technology.com, на рисунках изображена система Zephyr™ PSM Defence. В 2010 году данная система использовалась для телемониторинга состояния здоровья шахтеров, заблокированных завалами в шахте Сан-Хосе (Чили) и находившихся 69 суток под землей

ЭКГ и т.д.), положения тела, уровня активности, физической нагрузки, степени дегидратации и перегрева;

- реальновременная интерпретация полученных значений для определения состояния мониторируемого военнослужащего в соответствии с элементарными критериями (например, «жив», «стресс», «утомлен», «ранен», «здоров» и т.д.);

- определение рисков и демонстрация прогностического тренда изменения состояния организма в ближайшее время.

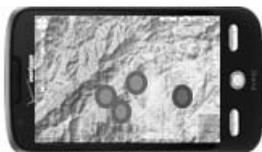


Рисунок 25.5. Интеграция карты местности и локализации военнослужащих, цветовые характеристики позволяют управлять процессом медицинской эвакуации раненых



Рисунок 25.6. Отображение индивидуальной информации о военнослужащем в военной телеметрической системе

Военная телеметрическая система состоит из (рис.25.5-25.6):

- персонального датчика;
- нагрудного ремня или форменной одежды с интегрированным датчиком;
- тактического, спутникового или bluetooth радио-канала с соответствующими передатчиками и приемниками;
- программного обеспечения (для ноутбука или КПК) командно-го центра.

Передача данных осуществляется через существующие радио-каналы с соблюдением требований к безопасности и маскировке; при этом могут использоваться отдельные специальные радиопередатчики или штатные рации военнослужащих.

В ряде случаев (при действии малых групп на небольшой территории, до 1 км²) для передачи данных может использоваться bluetooth-модем, поддерживающий шифрование данных и маскировку

Одновременное реальное время мониторинга физиологического состояния военнослужащих, выполняющих задание (как учебное, так и боевое) позволяет тактическому и медицинскому командованию более точно спрогнозировать обстановку, шансы, принять верное решение.

Библиография

1. Акулинчев И., Агаджян Н. Космическая биотелеметрия // Техника-молодежи.-1962.-№9.-С.25-26.
2. Анищенко А.В., Куценко И.В. Телемедицина в дерматовенерологии: консультации и обучение в Донецкой области // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2003.-Т.1,№1.-С.90-95.
3. Баевский Р.М. Физиологические методы в космонавтике.-М.: изд-во "Наука", 1965. - С. 31-32.
4. Бакалов В.П. Основы биотелеметрии. - М.: Радио и связь, 2001. - 352с.
5. Биологическая телеметрия / Под общ. ред. и с предисл. акад. В. В. Парина. - М.: Медицина, 1971. - 263 с.: ил., схем.
6. Биорадиотелеметрия. Под общ. ред. В.В. Розенблата, Я.В. Фрейдина. - Свердловск, 1976, С.14-29.
7. Блажис А.К., Дюк В.А. Телемедицина. – СПб.: СпецЛит, 2001. – 143с.
8. Буравков С.В., Григорьев А.И. Основы телемедицины.-М.:Фирма«Слово»,2001.-112с.
9. Винарова Ж., Вуков М. Телемедицина.-София: Селекта, 2002.-114 с.
10. Винарова Ж., Михова П. Медицинска информатика.- София:Изд-во НБУ,2008.-432 с.
11. Винарова Ж., Михова П., Тонев С., Петков А. Електронно здравеопазване.-София: Летера, 2009.-344 с.
12. Вишнеvский А.А. Дневник хирурга. Великая Отечественная война 1941-1945 гг.- М.:Изд-во «Медицина», 1970.-423 с.
13. Вишнеvский В.В., Владимиров В.А., Романенко Т.Н. Программно-аппаратный комплекс "Онкотест- WM-01" // Український журнал телемедицини та медичної телематики.2006.-Т.4,№2.-С.182-185.
14. Владимирский А.В. Анализ телемедицинских консультаций отдела информатики и телемедицины ДНИИТО в 2006 году // Укр.ж.телемед.мед.телемаг.-2007.-Т.5,№2.-С.139-143.
15. Владимирский А.В. Домашняя телемедицина – современное состояние проблемы // Укр.ж.телемед.мед.телемаг.-2007.-Т.5,№1.-С.109-117.
16. Владимирский А.В. История телемедицины: люди, факты, технологии. – Донецк: ООО «Цифровая типография», 2008. - 82 с.
17. Владимирский А.В. Клиническое телеконсультирование. Руководство для врачей. Издание второе, дополненное и переработанное.-Донецк: ООО «Норд», 2005.- 107 с.
18. Владимирский А.В. Клиническое телеконсультирование. Руководство для врачей.-Севастополь: «Вебер», 2003.- 125 с.
19. Владимирский А.В. Концептуальные основы практического использования телемедицины в травматологии и ортопедии // Травма.- 2006.-Т.7,№3.-С.378-382.
20. Владимирский А.В. Критерии оценки и планирования телемедицинской деятельности // Арх.клин.эксп.медицины.-Т.15,№2.-2006.-С. 225-228.
21. Владимирский А.В. Оценка эффективности телемедицины.- Донецк: «Вебер» (Донецкое отделение), 2007. – 64 с.

22. Владимирский А.В. Руководство по телемедицине для семейных врачей.- Донецк «Норд», 2005. - 42 с.
23. Владимирский А.В. Телеконсультирование в клинической практике - собственный опыт // Украинский журнал телемедицины та медичної телематики.-2003.- Т.1,№1.-С.34-44.
24. Владимирский А.В. Телемедицинские технологии на основе Интернет: телеконсультирование и дистанционное обучение // Украинский медицинский альманах.- 2003.-Т.7,№2.-С.71-74.
25. Владимирский А.В., Дорохова Е.Т. Деонтология телемедицины. - Донецк ООО «Норд», 2005. - 38 с.
26. Владимирский А.В., Климовицкий В.Г., Калиновский Д.К., Павлович Р.В., Сметанников М.Ю., Крутько Р.Л. Оборудование для телемедицинской деятельности лечебно-профилактических учреждений. Методические рекомендации.-Донецк: ООО «Цифровая типография», 2007.- 46 с.
27. Владимирський А.В. Телемедицина в лікувально-діагностичному процесі в травматології та ортопедії: [монографія] / А.В.Владимирський.- Донецьк: «Вебер» (Донецьке відділення), 2009. - 350 с.
28. Владимирський А.В. Телемедицина у клінічній практиці: власний досвід // Лікарський вісник українського лікарського товариства Північної Америки.-2004.- Vol. 49, No. 2 (152).-С.20-25.
29. Владимирський А.В. Формування телемедичної робочої станції – організаційні, клінічні, економіко-технічні аспекти // Буковинський медичний вісник.-2005.-Т.9,№4.-С.113-117.
30. Владимирский А.В., Климовицкий В.Г., Бублик Л.А., Гохфельд И.Г. Использование телемедицинских технологий в нейрохирургии //Украинский нейрохирургический журнал.-2004.-№4.-С.81-84.
31. Владимирський А.В., Дорохова О.Т. Телемедицина в управлінні охороною здоров'я // Медична освіта.-2002.-№2.-С.15-17.
32. Владимирский А.В. Проблема формирования терминологии в телемедицине // Арх.клин.эксп.мед.-Т.10,№1.-2001.-С.108-112.
33. Владимирський А.В.Систематизація методів оцінки ефективності телемедицини для стандартизованого використання в державному управлінні охорони здоров'я / Збірник наукових праць Донецького державного університету управління „Проблеми державного управління економікою”. Серія „Державне управління”. Т VI, вип.59. – Донецьк, ДонДГУ,2005.-С.182-195.
34. Владимирский А.В., Загорец М.Г., Прядко А.Ю., Ряскова О.И. Первый опыт применения телемедицинского кардиологического комплекса UNET в неонатологии // Укр.журнал телемедицины и мед.телематики.-2010.-Т.8,№1.-С.86-90.
35. Владимирский А.В., Ряскова О.И. Беспроводная телекардиология в неонатологии – первый опыт применения телеметрического комплекса UNET / XI Международная научно-техническая конференция «Проблемы техники и технологии телекоммуникаций.- 16-18 ноября 2010, Уфа, РФ.-Уфа: УГАТУ,2010-С.267-268.
36. Владимирський А.В., Попова Т.В. Телемедичинський скрининг ортопедическої патології / XI Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми техніки і технології телекомунікацій.- 16-18 листопада 2010, Уфа, РФ.-Уфа: УГАТУ,2010-С.265-266.

37. Владимирський А.В. Телемедицина в практиці медичної сестри / В кн. Момоток Л.О., Юшина Л.В., О.В.Рожнова О.В. Основи медичної інформатики. Підручник. - К.: Медицина, 2008.-С.191-213.
38. Владимирський А.В. Глосарії телемедицини.- Донецьк,2007. - 41 с.
39. Владимирський А.В. Модели лучшей практики для телемедицины и электронного здравоохранения. - Донецк: ООО «Норд»,2005.-38 с.
40. Владимирський А.В. Телемедицина як засіб формування єдиного медичного електронного простору України // Арх.клин.эксп.медицины.-Т.16,№2.-2007.-С. 224-229.
41. Владимирский А.В. Комплексная оценка эффективности телемедицинской консультации // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2006.-Т.4,№2.-С.124-130.
42. Владимирский А.В., Дорохова Е.Т. Методы исследования эффективности телемедицины – предварительное сообщение // Врач и информационные технологии.-2005.-№6.-С.55-61.
43. Владимирський А.В. Лікування потерпілих із множинними і сполучними ушкодженнями на догоспітальному і госпітальному етапах з використанням телемедичних систем.-Автореф...канд.мед.н.- Вінниця, 2003.-20 с.
44. Владимирський А.В. Телемедицина в травматології та ортопедії (концепція, клінічне застосування, ефективність).-Автореф...докт.мед.н.- Донецьк, 2009.-36 с.
45. Владимирський А.В. Основні концепції використання телемедицини в охороні здоров'я // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-Т.5,№3.-2007.-С.244-251.
46. Владимирский А.В., Ряскова О.И. Возможности и эффективность телемедицины в педиатрии // Здоровье ребенка.-№5(8).-2007.-С.18-22.
47. Владимирский А.В., Дорохова Е.Т. Разработка системы преподавания основ телемедицины в медицинском вузе / Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Зб.наук.праць. Вип.V: В 3-х томах.-Кривий Ріг: Видав.відділ НметАУ, 2005.-Т.3: Теорія та методика навчання інформатики.-С.43-48.
48. Владимирський А.В., Ігнатенко Г.А., Слабкий Г.О., Климовицький В.Г., Павлович Р.В., Осташко В.Г., Вакуленко К.Є., Мар'єнко Я.Л. Телемедична мережа на основі комплексу транстефонної електрокардіографії «Телекард» (методичні рекомендації затверджені МОЗ України).-Донецьк: ТОВ «Цифрова друкарня», 2010.-64 с.
49. Власов В. В. Эффективность диагностических исследований. - М.: Медицина; 1988.- 245 с.
50. Воробейник Я. Н., Поклитар Е. А. Основы психогигиены. - Киев, 1989.-123 с.
51. Гайдьшев И.П. Возможности оцифровки изображений для телемедицины // Гений ортопедии. -2005.- №3. – С.102-105.
52. Герасимов Б.М., Окснюк А.Г., Гулак Н.К. Оценка эффективности применения систем поддержки принятия решений // Мат. наук.-практ. конф. „Системи підтримки прийняття рішень. Теорія та практика”.-Київ, 2006.-С.25-27.
53. Грибунов Ю.П., Перов Ю.Л., Ходасевич Л.С., Орлов О.И. Морфологические и организационные аспекты использования телепатологии (Серия «Практическая телемедицина» под общей ред. академика А.И.Григорьева. Выпуск 5) - М.: ООО Фирма «Слово», 2006. – 86с.
54. Григорьев А.И., Орлов О.И., Логинов В.А. с соавт. Клиническая телемедицина.- М.: "Слово", 2001.-144 с.

55. Дашян М.С. Роль саморегуляционных актов в правовом регулировании телемедицины: pro et contra // Укр.ж.телемед.мед.телемат. -2004.-Т.2,№1.-С.16-21.
56. Джежелова Е. И. Особенности экономического анализа инвестиционных проектов в здравоохранении // Здравоохранение - 2000 . - № 11 . – С.39-46 .
57. Дорохова Е.Т., Стельмашонок А.Г. Правовое обеспечение телемедицинской деятельности в Украине // Укр.журнал телемедицины и мед.телематики.-2003.-Т.1,№1.-С.13-20.
58. Дорохова О.Т., Владимирський А.В. Психогігієна телемедичної діяльності – новий напрямок медичної науки і практики // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2007.-Т.5,№2.-С.201-202.
59. Дорохова О.Т., Владимирський А.В. Формування етико-деонтологічних принципів телемедицини / „Біофізичні стандарти та інформаційні технології в медицині.-Матер.наук.конф.-Одеса: „Астропринт”,2004.-С.14.
60. Емельянов С.М. "From blood and gilts to bites and bytes" (Обзор некоторых материалов журнала "Surgical Endoscopy" за 1996 год) // Эндоскопическая хирургия.-1997.-№2,Т.2.-С.43-49.
61. Зазыкин К.П., Углов А.Е. Биотелеметрия в космических полетах // Медицинская сестра.-№1.-1967.-С.24-26.
62. Золотарева Т.В., Вертыло Н.А. Алгоритмизация процесса телемедицинской консультации // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2004.-Т.2,№2.-С.166-171.
63. Иванов Н.Р., Халфен Э.Ш. Дистанционно-контролирующий консультационно-диагностический кардиологический центр в Саратове // Здравоохранение Рос. Федерации.-1974.-№11.-С.21-23.
64. Казаков В.М., Климовицкий В.Г., Владимирський А.В., Лях Ю.Є. Стан та перспективи розвитку телемедицини в Україні // Укр.ж.телем.мед.телем.-2003.-Т.1,№1.-С.7-12.
65. Казаков В.Н., Климовицкий В.Г., Владимирский А.В. Дистанционное обучение в медицине. - Донецк : Норд-Пресс, 2005. - 80 с.
66. Казаков В.Н., Климовицкий В.Г., Владимирский А.В. Телемедицина.-Донецк: Типография ООО «Норд»,2002.-100 с.
67. Калиновский Д.К., Матрос-Таранец И.Н., Хახелева Т.Н. Перспективы применения цифровых компьютерных технологий и телемедицины в челюстно-лицевой хирургии // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2004.-Т.2,№1.-С.88-93.
68. Калиновский Д.К., Матрос-Таранец И.Н., Музычина А.А., Пристром М.В., Баркова А.В. Использование телемедицины в детской челюстно-лицевой хирургии // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2006.-Т.4, №1.-С.65-70.
69. Калиновский Д.К., Матрос-Таранец И.Н., Владимирский А.В., Климовицкий В.Г. Телеконсультирование в челюстно-лицевой хирургии и стоматологии: анализ 230 телеконсультаций в рамках проекта «Телемедицина в Украине» /«Инновационные подходы в практическом решении актуальных вопросов современной челюстно-лицевой хирургии и стоматологии». Сб.трудов Республиканской научно-практической конференции с международным участием «Паринские чтения 2010».- Минск, 6 мая, 2010.-Минск: «Издат.центр БГУ»,2010.-С.84-87.

70. Камаев И.А. Телемедицина: клинические, организационные, правовые, технологические, экономические аспекты / И.А.Камаев, В.М.Леванов, Д.В.Сергеев-Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 2001.- 100 с.
71. Камков В. П., Опыт использования системы "Волна" для контроля за состоянием здоровья шахтеров / Экстремальная физиология, гигиена и средства индивидуальной защиты человека.-1990.-С.112-113.
72. Климовицкий В.Г., Владимирский А.В. Травматология и ортопедия: очерки телемедицинского консультирования.-Донецк: ООО «Лебедь»,2002.-120 с.
73. Климовицкий В.Г., Владимирский А.В. Телемедицина в травматологии и ортопедии.- Донецк: Норд-Пресс, 2006.- 139 с.
74. Климовицкий В.Г., Владимирский А.В. Некоторые аспекты визуализации в телемедицинском консультировании // Медицинская визуализация.-2002.-№3.-С.138-143.
75. Ключко Д.В., Ставропольцев А.Г., Скоба М.Д., Тараненко Т.В. Использование аппаратно-программного комплекса SonoFly-3000 как инструмента для телемедицины // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2007.-Т.5,№2.-С.166-170.
76. Коваленко О.С., Бичков В.В., Щербина А.В. Впровадження телемедицини технологій у систему охорони здоров'я м.Києва // Медична освіта. – 2002.- №2. – С.39-42.
77. Кононов М.В., Новоселець М.К., Судаков О.О. Телемедицина: Навчальний посібник.-К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет»,2003.-178 с.
78. Коржинський Ю.С., Євтушок Л.С., Лапченко С.Ф. з співавт. Досвід роботи "ОМНІ-Мережі для дітей" в Україні // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2007.-Т.5,№3.-С.344.
79. Крамаренко А.В., Павлович Р.В. Сравнение аналоговых и цифровых технологий передачи ЭКГ по телефонным линиям связи // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - 2007. - Т. 5, № 1. - С. 93-98.
80. Круковський М.Ю. Практичний розрахунок ефективності системи електронного документообігу // Мат. наук.-практ. конф. „Системи підтримки прийняття рішень. Теорія та практика”.-Київ, 2006.-С.86-89.
81. Куценко И.В. Использование информационных технологий для оказания дерматологической помощи жителям Донецкой области // Український журнал телемедицини та медичної телематики.- 2004.-Т.2, №1.-С.80-84.
82. Лавренко О.С., Томенко В.В., Ткач Л.І. с соавт. Порівняння телеметричних комплексів для дистанційної ЕКГ діагностики // Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№2.-С.177-181.
83. Ларіна Р.Р. Державний механізм забезпечення інформатизації системи охорони здоров'я: [монографія] / Ларіна Р.Р., Владимирський А.В., Балусева О.В.; ред. В.В.Дорофієнко.-Донецьк: «Вебер» (Донецька філія), 2008.- 252 с.
84. Леванов В.М., Густов А.В., Горский М.Д. Телемедицина в неврологии: Учебно-методическое пособие / Под ред. И.А.Камаева. – Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 2003. – 64с.
85. Леванов В.М., Переведенцев О.В., Орлов О.И. Основы аппаратно-программного обеспечения телемедицинских услуг.-М.:Фирма «Слово»,2006.-208 с.

86. Лесничев А.Г., Панов А.Н., Герасименко И.Н. и др. Региональная система телемедицины в Алтайском крае // Современные проблемы информатизации.-Тез.докл. IV Международной электронной научной конференции.-Воронеж:ВГПУОронежский государственный педагогический университет, 1999.-С.137-138.
87. Лобас В.М., Слабкий Г.О. Інформаційна підтримка діяльності сімейного лікаря // Укр.ж.телемед.мед.телемат. -2004.-Т.2,№2.-С.155-160.
88. Лях Ю.Е., Владимирский А.В. Введение в телемедицину. Серия: Очерки биологической и медицинской информатики.-Донецк: ООО Лебедь, 1999.-102 с.
89. Лях Ю.Е. Радиотелеметрический комплекс регистрации физиологических показателей горнорабочих угольных шахт//Биологическая и медицинская электроника (материалы IV Всесоюзной конференции).-Свердловск,1972.-Ч.3.-С.10-11.
90. Миколок В.В., Лозович В.А. Підсумки експлуатації устаткування дистанційної реєстрації ЕКГ «Комплекс медичний діагностичний «Тредекс»» за 2009 рік в Могилів-Подільському районі Вінницької області // Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№2.-С.182-186.
91. Мионов С.П., Эльчян Р.А., Емелин И.В. Практические вопросы телемедицины.-М.:ГНИВЦ МЦ Управления делами президента РФ,2002.-180 с.
92. Моделі покращення перинатального здоров'я в Україні.-К.:«Логос»,2009.-188 с.
93. Морозов А.А., Глушкова В.В., Карпец Э.П. С чего начинался ОГАС / Системы підтримки прийняття рішень. Теорія і практика.-Наук.-практ.конф. з міжнарод.участю.-Київ: 7 червня 2010.- С.5-9.
94. Мур М.Г. Общие роли, навыки и умения, требуемые в дистанционном обучении /Information and Communication Technologies in Distance Education. Specialized Training Course.- UNESCO, 2002.-P.66-69.
95. Нагорна А.М., Степаненко А.В., Морозов А.М. Проблема якості в охороні здоров'я.-Кам'янець-Подільський: „Абетка-Нова”,2002.-384 с.
96. Наумов В.Б., Савельев Д.А. Правовые аспекты телемедицины. –СПб.: Издательство «Анатолия», 2002. – 108с.
97. Обухова Е.О., Дроздов Д.В., Леванов В.М., Сергеев Д.В. Дистанционный анализ ЭКГ в работе областной службы функциональной диагностики: Учебно-методическое пособие / Под общ. ред. И.А.Камаева. – Нижний Новгород: Изд-во НГМА, 2003. – 64с.
98. Орлов О.И. Телемедицина в системе организации здравоохранения (Серия «Практическая телемедицина» под общей ред. академика А.И.Григорьева. Выпуск 3) - М.: ООО Фирма «Слово», 2002. – 40с.
99. Організація телемедичної допомоги в закладах охорони здоров'я. Методичні рекомендації затв.МОЗ України / Голубчиков М.В., Владимирський А.В., Климовицький В.Г., Слабкий Г.О., Годлевський Л.С., Осташко В.Г.-Київ,2008.-70 с.
100. Павлович Р.В. Всеукраинская телемедицинская сеть ургентной ЭКГ-диагностики "Телекард" в 2005-2008 гг. // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№1.-С.95-100.
101. Парій В.Д., Левицький Е.О., Красевич О.А., Бенедичук Ю.В. Телекомунікаційні технології в Житомирській області // Медична освіта. – 2002.- №2. – С.75-79.
102. Пашенко В.М. Економічне обґрунтування впровадження нових медичних технологій в охороні здоров'я // Главный врач. – 2006.-№6.-С.69-72.

103. Пивень Д.В. Клиническая и экономическая эффективность телемедицины во фтизиатрии // Аналитический вестник №24 (217). Профессия и здоровье (по итогам II Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье»).-Москва,2003.-С.67-69.
104. Плещачев С.А., Сметанников М.Ю., Крутько Р.Л. Технические проблемы телемедицины // Український журнал телемедицини та медичної телематики.-2006.-Т.4, №1.-С.87-90.
105. Приходченко В.В. Применение селективного скрининга в ранней диагностике заболеваний молочной железы в условиях поликлиники общелечебной сети // Вестник неотложной и восстановительной медицины.-2006.-Т.7, №1.-С.11-14.
106. Прядко А.Ю., Пилипенко В.В., Рыбалко Г.С., Самойлова О.В. Опыт применения телемедицинской электрокардиографической системы в Донецкой области // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2008.-Т.6,№1.-С.15-18.
107. Путовкин А.П., Агапов С.В. Использование системы дистанционного обучения ELEARNING SERVER для программированного контроля в медицинском образовании // Новые технологии в медицине: Сб. докл. Первой международной дистанционной науч.-практ. конф. – СПб, 2004. – С. 92-94.
108. Путеводитель по видеоконференции /Под ред. Skorpen S., Furu R.-Тромсе: Норвежский центр телемедицины,2001.- 25 с.
109. Пуховец И.А. Научное обоснование модели информационной системы здравоохранения в период его реформирования в крупном агропромышленном регионе (на примере Алтайского Края) – Новосибирск: 2004. – 20с.
110. Рижов О.А., Білоконь Л.С., Бетін В.В. Структура автоматизованах навчальних, контрольноючих систем для дистанційного навчання // Медична освіта. – 2002.- №2. – С.82-84.
111. Ряскова О.И., Владимирский А.В. Достижения и перспективы телемедицинских технологий в неонатологии // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№2.-С.124-133.
112. Сельков А.И. Экономика и маркетинг современной телемедицины / А.И.Сельков, В.Л.Столяр, О.Ю.Атьков [и др.] // Информационные и телемедицинские технологии в охране здоровья: II Московская междунар.конф., 24-25 окт. 2007 г.: сб.тез.-М.: МНИИ педиатрии и детской хирургии, 2007.-С.98.
113. Сенкевич Ю.И. Развитие информационных технологий медицинского обеспечения полярных экспедиций // Укр.ж.телемед.мед.телемат.- 2004.-Т.2,№1.-С.22-28.
114. Сметанников М.Ю., Крутько Р.Л., Шлыков С.С., Владимирский А.В., Панкратов А.Н. Оцифровка рентгеновских снимков для телемедицинских консультаций: собственные исследования и опыт коллег // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№1.-С.76-81.
115. Спиридонов И.Н. Биотелеметрия: Учебное пособие. - М: Изд-во МГТУ, 1994.- 24 с.
116. Столяр В.Л. Десятилетний опыт продвижения телемедицинского проекта в удаленных регионах России / В.Л.Столяр, О.Ю.Атьков, А.И.Сельков [и др.] // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2005.-Т.3,№2.-С.141-147.
117. Тихомиров В.В. Биотелеметрические системы. -М.: Наука, 1974.-123 с/
118. Толкачева И.А., Павлович Р.В., Крамаренко А.В., Павлютин Л.В. Комплекс радиотелеметрического ЭКГ мониторинга для кардиологических отделений и ОРИТ // Матеріали IV Асамблеї Асоціації розвитку української телемедицини та

- електронної охорони здоров'я (АРУТЕОЗ) / Під ред. Владимирського А.В.- Донецьк: ТОВ «Цифрова друкарня», 2010.-С.13-26.
119. Унжин Р.В. Радиотелеметрия в физиологии и медицине.-Свердловск,1963.-100 с.
120. Челноков А. Н. Открытые web-технологии в ортопедии и травматологии // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2003.-Т.1,№1.-С.65-69.
121. Челноков А. Н. Решения для травматологии и ортопедии на базе открытых Internet-технологий//Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2004.-Т.2,№2.-С.228-230.
122. Челноков А.Н., Кутепов С.М. Особенности подготовки изображений для телеконсультаций в ортопедии и травматологии // Телемедицина и проблемы передачи изображений.-Тез.докл.третьего ежегодного Московского международного Симпозиума по телемедицине.-М.:МАКС Пресс, 2000.-С.68-69.
123. Челноков А.Н. Телеконсультации в ортопедии и травматологии на основе web-технологий / А.Н.Челноков, С.М.Кутепов, А.А.Головин // Лечение повреждений и заболеваний таза. Новые технологии в лечении повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы: науч.-практ. конф. 12-13 сент. 2001 г.: матер.конф.-Екатеринбург, 2001.- С.123-125.
124. Черников В.П., Орлов О.И., Логинов В.А. Современная аппаратная база домашней и мобильной телемедицины. Обзор ресурсов Интернета (Серия «Практическая телемедицина» под общей ред. академика А.И.Григорьева. Выпуск 1) - М.: ООО Фирма «Слово», 2001. – 44с.
125. Швидченко А.І., Откидач П.В., Штінова Н.В. Робота системи «Тредекс» в Чернігівській області // Укр.журнал телемедицини та мед.телематики.-2010.-Т.8,№2.-С. -.
126. Шклярченко М.П. Клінічний досвід використання системи передачі ЕКГ «Телекард» у Полтавській області / М.П.Шклярченко, Я.І.Мар'єнко // Укр. ж. телемед. мед. телемат. -2008. - Т. 6, № 2. - С. 178-183.
127. Шкробанець І.Д., Ташук В.К. Клінічний досвід використання транстелефонної електрокардіографії в Чернівецькій області // Укр.ж.телемед.мед.телемат.-2009.-Т.7,№1.-С.92-94.
128. Шутов М.М. Экономические основы рыночного здравоохранения.-Донецк: „ВИК”, 2002.- 296 с.
129. Щудлю М.М. Количественная телепатология: задачи и проблемы // Український журнал телемедицини та медичної телематики.- 2005.-Т.3,№1.-С.93-98.
130. Яценко В.П. Стратегия развития телемедицины // I Международная электронная научная конференция "Высокие технологии в медицине".-Донецк, 1999.-С.39-40.
131. A Blueprint for Telerehabilitation Guidelines.- American Telemedicine Association, 2010.- 10 p.
132. Alboliras ET, Berdusis K, Fisher J et al. Transmission of full-length echocardiographic images over ISDN for diagnosing congenital heart disease. *Telemed J.* 1996 Winter;2(4):251-8.
133. Andrus WS, Dreyfuss JR, Jaffer F, Bird KT. Interpretation of roentgenograms via interactive television. *Radiology.* 1975 Jul;116(1):25-31.
134. Andrus WS, Bird T. Teleradiology: evolution through bias to reality. *Chest.* 1972 Dec;62(6):655-7.
135. Aoki N, Dunn K, Johnson-Throop KA, Turley JP. Outcomes and methods in telemedicine evaluation. *Telemed J E Health.* 2003 Winter;9(4):393-401.

136. Appiano S. Project of a teledialysis system. Technical aspects. *Minerva Urol Nefrol.* 1989 Jan-Mar;41(1):63-6.
137. Arata J., Takahashi H., Pitakwatchara P. et al. A remote surgery experiment between Japan-Korea using the minimally invasive surgical system // *Proceedings of the 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation.-Orlando, Florida - May 2006.-P.257-262.*
138. Archbold HA, Guha AR, Shyamsundar S, McBride SJ, Charlwood P, Wray R. The use of multi-media messaging in the referral of musculoskeletal limb injuries to a tertiary trauma unit using: a 1-month evaluation. *Injury.* 2005 Apr;36(4):560-6.
139. Asbach P, Nerlich M. A telemedicine guideline for the practice of teleconsultation. *Stud.Health Technol Inform.* 2003;97:1-14.
140. Assessment of Approaches to Evaluating Telemedicine. Final Report.- Department of Health and Human Services. The Lewin Group, Inc.-2000.-52 p.
141. Audebert HJ, Boy S, Jankovits R. Is mobile teleconsulting equivalent to hospital-based telestroke services? *Stroke.* 2008 Dec;39(12):3427-30.
142. Averwater N., Burchfield D. No place like home: telemonitoring can improve home care // *Healthc.Financ.Manage.-2005.-N59.-P.46-48.*
143. Awadallah S, Halaweish I, Kutayli F. Tele-echocardiography in neonates: utility and benefits in South Dakota primary care hospitals. *S D Med.* 2006 Mar;59(3):97-100.
144. Bagayoko C., Moller H., Geissbuhler A. Assessment of Internet-based tele-medicine in Africa (the RAFT project). *Comput Med Imaging Graph.* 2006 Sep-Oct;30(6-7):407-16.
145. Barratt CW, Vyas H, Hayes-Gill BR et al. Detection of previously unrecognized daytime desaturation in children with chronic lung disease. *J Med Eng Technol.* 2007 Mar-Apr;31(2):101-8.
146. Bashshur R.L., Shannon G.W. History of Telemedicine.-Mary Ann Liebert, Inc.,2009.- 420 p.
147. Beauchamp T.L., Childress J.F. Principles of biomedical ethics.-NY: Oxford Univ.Press, 1994.- 546 p.
148. Benefits from telemedicine in Norway. An examination of available documentation. HØYKOM report No. 2006:1 / Ed. by Johnsen E., Breivik E., Myrvang R., Olsen F.-The Research Council of Norway, 2006.-24 p.
149. Bird KT: Teleconsultation: A new health information exchange system. Massachusetts General Hospital, Boston, 1971.
150. Birns J, Bhalla A, Rudd A. Telestroke: a concept in practice. *Age Ageing.* 2010 Nov;39(6):555-7.
151. Blunier M., Zahorulko T., Dobryansky D., Brauchli K. Information computer technologies for distant medical collaboration in the ukraine swiss perinatal health project // *Ukr. z. telemed. med. telemat.-2006.-T.4, №1.-C.21-29.*
152. Bracale M., Cesarelli M., Bifulco P. Telemedicine services for two islands in the Bay of Naples. *J Telemed Telecare.* 2002;8(1):5-10.
153. Brunetti ND, De Gennaro L, Amodio G et al. Telecardiology improves quality of diagnosis and reduces delay to treatment in elderly patients with acute myocardial infarction and atypical presentation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2010 Aug 19. [Epub ahead of print]
154. Carignan C., Krebs H.Telerehabilitation robotics: Bright lights, big future? // *JRRD.-Vol.43, N5.-2006.-P.695-710.*

155. Casey F.A. Telemedicine in paediatric cardiology. *Arch Dis Child* 1999;80:497-499.
156. Chakraborty A. The Smart Cap – a tele-warning device for the epilepsy patients using GPS and embedded systems // *Ukr. z. teled. med. telemat.*-2005.-Vol.3,№2.-P.211-216.
157. Chiang MF, Wang L, Busuioc M et al. Telemedical retinopathy of prematurity diagnosis: accuracy, reliability, and image quality. *Arch Ophthalmol.* 2007 Nov;125(11):1531-8.
158. Clemmensen P, Loumann-Nielsen S, Sejersten M. Telemedicine fighting acute coronary syndromes. *J Electrocardiol.* 2010 Sep 9. [Epub ahead of print]
159. Clinical Guidelines for Telepathology. American Telemedicine Association / Ed. by Y.Yagi.-Ver.2.4.-1999.-10 p.
160. Competencies for telehealth technologies in nursing / Ed. by Milholland K., Pires M.-Washington: ANA,1999.- 18 p.
161. Cone S., Hummel R., León J., Merrell R. Implementation and evaluation of a low-cost telemedicine station in the remote Ecuadorian rainforest // *Journal of Telemedicine and Telecare.*-Vol.13, N 1.-2007.- P.31-34.
162. Core Standards for Telemedicine Operations. American Telemedicine Association.-2007.-12 p.
163. Crutchley S., Campbell M. TeleSpeech Therapy Pilot Project: Stakeholder Satisfaction // *International Journal of Telerehabilitation.*-Vol.2,N1.-2010.-P.23-30.
164. DeBakey M.E. Telemedicine has now come of age // *Telemedicine Journal.*- Vol. 1, No. 1, 1995.
165. Demaerschalk BM, Miley ML, Kiernan TE et al. Stroke telemedicine. *Mayo Clin Proc.* 2009;84(1):53-64.
166. Demartines N., Mutter D., Vix M. et al. Assessment of telemedicine in surgical education and patient care // *Ann.Surg.*-2000.-Vol.231,N2.-P.282-291.
167. Deodhar J. Telemedicine by email-experience in neonatal care at a primary care facility in rural India. *J Telemed Telecare.* 2002;8 Suppl 2:20-1.
168. Di Lieto A, De Falco M, Campanile M et al. Four years' experience with antepartum cardiotocography using telemedicine. *J Telemed Telecare.* 2006;12(5):228-33.
169. Dimond EG, Berry FM. Transmission of electrocardiographic signals over telephone circuits. *Am Heart J.* 1953 Dec;46(6):906-10.
170. Dipietro L. Evaluation of an instrumented glove for hand-movement acquisition / L.Dipietro, A.Sabatini, P.Dario // *J Rehabil Res Dev.*-2003.-N40(2).-P.179-189.
171. Edefonti A., Boccola S., Picca M. et al. Treatment data during pediatric home peritoneal dialysis. *Pediatr Nephrol.* 2003 Jun;18(6):560-4.
172. Einthoven W. Le telecardiogramme // *Archives Internationales Physiologie.*-Vol. IV.-1906.-P.132-164.
173. Engelmann U., Schroter A., Boralvb E. et al. Mobile teleradiology: all images everywhere / CARS 2001: Proceedings of the 15th International Congress and Exhibition. Amsterdam: Elsevier (2001) 798-803.
174. Eysenbach G. Towards ethical guidelines for dealing with unsolicited patient emails and giving teledvice in the absence of a pre-existing patient-physician relationship systematic review and expert survey // *J Med Internet Res.* -2000.-№ (1).-P.1.
175. Fisher M. Developing and implementing future stroke therapies: the potential of telemedicine. *Ann Neurol.* 2005;58(5):667-671.

176. Gallar P, Vigil A, Rodriguez I et al. Two-year experience with telemedicine in the follow-up of patients in home peritoneal dialysis. *J Telemed Telecare*. 2007;13(6):288-92.
177. Ganapathy K., Ravindra A., Devasia K. Telemedicine in India – the Apollo story / In: *Med-e-Tel Proceedings Book.- Luxembourg*, 2007.-P.6-12.
178. García J, Trigo JD, Alesanco A, Serrano P et al. Design and evaluation of a wireless decision-support system for heart rate variability study in haemodialysis follow-up procedures. *Comput Methods Programs Biomed*. 2007 Dec;88(3):273-82.
179. Geissbuhler A., Bagayoko C., Ly O. The RAFT network: 5 years of distance continuing medical education and tele-consultations over the Internet in French-speaking Africa. *Int J Med Inform*.2007 May-Jun;76(5-6):351-6.
180. Chiang MF, Wang L, Busuioc M et al. Telemedical retinopathy of prematurity diagnosis: accuracy, reliability, and image quality. *Arch Ophthalmol*. 2007 Nov;125(11):1531-8.
181. Giansanti D, Morelli S. Digital tele-echocardiography: a look inside. *Ann Ist Super Sanita*. 2009;45(4):357-62.
182. Glinkowski W. Musculoskeletal 3G telerehabilitation / W.Glinkowski, M.Wasilewska, M.Gil [et al] // *Ukr. z. teled. med. telemat*.-2007.-Vol.5,№2.-P.189-190.
183. Glinkowski W. Diversity and versatility of telemedicine and eHealth development in Poland / W.Glinkowski, A.Koprowski, L.Sikorski // *Ukr. z. teled. med. telemat*.-2007.-Vol.5,№2.-P. 190.
184. Glinkowski W., Sitnik R, Małkosa K, Wasilewska M. et al. Telescreening of the posture and spinal deformations followed by telerehabilitation project: current status *Proceedings of International Conference Med-e-Tel 2007*, Ed. M. Jordanowa, F. Lievens 58-64.
185. Gnann W, Stieglitz SP, Schachinger U, Nerlich M. Utility of PC-based videoconference systems in surgery. *Langenbecks Arch Chir Suppl Kongressbd*. 1998;115:904-7.
186. Gortziz LG. Designing and redesigning medical telecare services: a forces-oriented model. *Methods Inf Med*. 2007;46(1):27-35.
187. Gray JE, Safran C, Davis RB et al. Baby CareLink: using the internet and telemedicine to improve care for high-risk infants. *Pediatrics*. 2000 Dec;106(6):1318-24.
188. Guarneri F, Vaccaro M, Guarneri C. Digital image compression in dermatology: format comparison. *Telemed J E Health*. 2008 Sep;14(7):665-70.
189. Hachinski V, Donnan GA, Gorelick PB et al. Stroke: working toward a prioritized world agenda. *Cerebrovasc Dis*. 2010;30(2):127-47.
190. *Handbook of Telemedicine/Ed. by . Ferrer-Roca O., Sosa-Iudicissa M.-Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington: IOS Press,1998.-297 p.*
191. Hermens H., Huijgen B., Giacomozzi C. et al. Clinical assessment of the HELLODOC tele-rehabilitation service // *Ann Ist Super Sanita*.-2007.-Vol.44, N2.-P.154-163.
192. Heuser A. Telerehabilitation using the Rutgers Master II glove following carpal tunnel release surgery: proof-of-concept / A.Heuser, H.Kourtev, S.Winter [et al.] // *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*.-2007.-N15(1).-P.43-49.
193. Hilbel T, Helms TM, Mikus G et al. Telemetry in the clinical setting. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2008 Sep;19(3):146-54.

194. Hicks LL, Boles KE. A comprehensive model for evaluating telemedicine. *Stud Health Technol Inform.* 2004;106:3-13
195. Home Telehealth Clinical Guidelines. American Telemedicine Association.-2007.-6 p.
196. Hsieh JC, Lo HC. The Clinical Application of a PACS-Dependent 12-Lead ECG and Image Information System in E-Medicine and Telemedicine. *J Digit Imaging.* 2009 Aug 27.
197. Hsieh CH, Tsai HH, Yin JW, Chen CY, Yang JC, Jeng SF. Teleconsultation with the mobile camera-phone in digital soft-tissue injury: a feasibility study. *Plast Reconstr Surg.* 2004.Dec;114(7):1776-82.
198. Imich W, Effert S. Telemetric control of pacemaker function. *Dtsch Med Wochenschr.* 1971 May 7;96(19):811-4.
199. Iserson K.V. Telemedicine: A Proposal for an Ethical Code //Camb. Q. Healthc. Ethics.- 2000.-№9.-P.404-406.
200. Jacobsen G., Elli F., Horgan S. Robotic surgery update // *Surg Endosc* (2004) 18: 1186–1191.
201. Jakowenko J. Clinical photography. *J Telemed Telecare,* January 2009; 15:7-22.
202. Jones PK, Jones SL, Halliday HL. Evaluation of television consultations between a large neonatal care hospital and a community hospital. *Med Care.* 1980 Jan;18(1):110-6.
203. Johnson KS, Mills MD, Karp KA, Grunwald JE et al. Semiautomated analysis of retinal vessel diameter in retinopathy of prematurity patients with and without plus disease. *Am J Ophthalmol.* 2007 Apr;143(4):723-5.
204. Johnson N. Teleradiology 2010: technical and organizational issues. *Pediatr Radiol.* 2010 Jun;40(6):1052-5.
205. Kanthraj GR. Teledermatology: its role in dermatosurgery. *J Cutan Aesthet Surg.* 2008 Jul;1(2):68-74.
206. Kemper AR, Wallace DK, Quinn GE. Systematic review of digital imaging screening strategies for retinopathy of prematurity. *Pediatrics.* 2008 Oct;122(4):825-30.
207. Ketelaar P., Spanjers R. Baby Mobile: Mobilising Virtual Baby Visit / Med-e-Tel Exhibition and Conference Guide.-18-20Apr.,2008,Luxembourg.-P.73-74.
208. Kldiashvili E.T. The Potentials of Telemedicine in Georgia // *Ukr. z. teled. med. telemat.*-2004.-Vol.2,№2.-P.142-145.
209. Kretschmer R, Nerlich M. Assessing the impact of telemedicine on health care management. *Stud Health Technol Inform.* 1999;64:46-51.
210. Kuttuva M. The Rutgers Arm, a rehabilitation system in virtual reality: a pilot study / M.Kuttuva, R.Boian, A.Merians [et al.] // *Cyberpsychol Behav.*-2006.-N9(2).-P.148-151.
211. Lai F. Stroke networks based on robotic telepresence. *J Telemed Telecare.* 2009;15(3):135-6.
212. Latifi R, Peck K, Satava R, Anvari M. Telepresence and Telementoring in Surgery. In Latifi R (ed.) *Establishing Telemedicine in Developing Countries: From Inception to Implementation,* Amsterdam: IOS, 2004.-P.200-206.
213. Latifi R, Hadeed GJ, Rhee P, O'Keefe T et al. Initial experiences and outcomes of telepresence in the management of trauma and emergency surgical patients. *Am J Surg.* 2009 Dec;198(6):905-10.
214. Latifi R, Peck K, Porter JM, Poropatich R, Geare T 3rd, Nassi RB. Telepresence and telemedicine in trauma and emergency care management. *Stud Health Technol Inform.* 2004;104:193-9.

215. Latifi R, Peck K, Satava R, Anvari M. Telepresence and Telementoring in Surgery. In Latifi R (ed.) *Establishing Telemedicine in Developing Countries: From Inception to Implementation*, Amsterdam: IOS, 2004.-P.200-206.
216. Levine SR, Gorman M. "Telestroke". The Application of Telemedicine for Stroke. *Stroke*. 1999;30:464-469.
217. Löfgren N, Lindecrantz K, Thordstein M et al. Remote sessions and frequency analysis for improved insight into cerebral function during pediatric and neonatal intensive care. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2003 Dec;7(4):283-90.
218. Lowery C., Bronstein J., McGhee J. et al. ANGELS and University of Arkansas for Medical Sciences paradigm for distant obstetrical care delivery // *Am J Obstet Gynecol*. 2007.-N196(6).-P.534-539.
219. Marescaux J, Smith MK, Fölscher D, Jamali F, Malassagne B, Leroy J. Telerobotic laparoscopic cholecystectomy: initial clinical experience with 25 patients. *Ann Surg*. 2001;234:1-7.
220. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, Rubino F, Mutter D, Vix M et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* 2001;413:379-80.
221. Maserat E. Information communication technology: new approach for rural cancer care improvement. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2008 Oct-Dec;9(4):811-4.
222. Massone C, Hofmann-Wellenhof R, Ahlgrim-Siess V, Gabler G, Ebner C, Soyer HP. Melanoma screening with cellular phones. *PLoS One*. 2007 May 30;2(5):e483.
223. Massone C, Brunasso AM, Hofmann-Wellenhof R, Gulia A, Soyer HP. Teledermoscopy: education, discussion forums, teleconsulting and mobile teledermoscopy. *G Ital Dermatol Venereol*. 2010 Feb;145(1):127-32.
224. Math RS, Mishra S, Kumar KS, Bahl VK. Clinical validation of a low-cost telemedicine equipment remote medical diagnostics kit at a tertiary care hospital. *J Assoc Physicians India*. 2008 Oct;56:769-76.
225. Meyer BC, Raman R, Erstrom K et al. Assessment of Long-Term Outcomes for the STRoKE DOC Telemedicine Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2010 Sep 18. [Epub ahead of print].
226. Moraux M, Le Sann K, Burel S. Nursing in teledialysis *Soins*. 2007 Oct;(719 Suppl):S10-1.
227. Moore M., Savrock J. *Distance Education in the Health Sciences*.- Pennsylvania, 2001.-123 p.
228. Nakamoto H. Telemedicine system for patients on continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Perit Dial Int*. 2007 Jun;27 Suppl 2:S21-6.
229. Nani K., Willis P. *TeleStroke. Supporting Community Hospitals*.-Utah: UHC, Clinical Neuroscience Center, 2010.-12 p.
230. Nerlich M., Kretschmer R. *The Impact of Telemedicine on Health Care Management*.- Amsterdam, Berlin, Oxford, Tokyo, Washington: IOS Press,1999.-281 p.
231. Nerlich M, Balas EA, Schall T, Stieglitz SP, Filzmaier R, Asbach P et al. G8 Global Health Applications Subproject 4. Teleconsultation practice guidelines: report from G8 Global Health Applications Subproject 4. *Telemed J E Health*. 2002 Winter;8(4):411-8.
232. Nordrum I. Telepathology. Is there a future? *Telemed Today*. 1996 Mar-Apr;4(2):24-6.
233. Norum J., Bergmo T., Holdø B. et al. A tele-obstetric broadband service including ultrasound, videoconferencing and cardiotocogram. A high cost and a low volume of patients. *J Telemed Telecare*. 2007;13(4):180-4.

234. "Operation Lindbergh". A World First in TeleSurgery: The Surgical Act Crosses the Atlantic.-Press-Release.-2001.- Paris.- 9 p.
235. Otsuka Y, Yokoyama H, Nonogi H. Novel mobile telemedicine system for real-time transmission of out-of-hospital ECG data for ST-elevation myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009 Feb 2;74(6):867-872.
236. Pak H.S. *Basic Guide to Dermatologic Photography*.- Washington, Walter Reed Army Medical Center, 1999.-19 p.
237. Parisi SB, Mogel GT, Dominguez R et al. The effect of 10 : 1 compression and soft copy interpretation on the chest radiographs of premature neonates with reference to their possible application in teleradiology. *Eur Radiol.* 1998;8(1):141-3.
238. Peifer J, Hopper A, Sudduth B. A patient-centric approach to telemedicine database development // *Stud Health Technol Inform.* 1998;50:67-73.
239. Perednia DA, Brown NA. Teledermatology: one application of telemedicine. *Bull Med Libr Assoc.* 1995; 83(1): 42-47
240. Petitet A., Traineau P., Bili A., Jan G. *Altermed: an opening up concept for isolated locations / Exhibition and conference guide of Med-e-Tel 2007*.-Luxembourg, 2007.-P.66-67.
241. Photographic Screening for Retinopathy of Prematurity (Photo-ROP) Cooperative Group. The photographic screening for retinopathy of prematurity study (photo-ROP). Primary outcomes. *Retina.* 2008 Mar;28(3 Suppl):S47-54.
242. Placidi G. A smart virtual glove for the hand telerehabilitation / G.Placidi // *Comput Biol Med.*-2007.-N37(8).-P.1100-1107.
243. *Practice Guidelines for Teledermatology.* American Telemedicine Association,2007.-26 p.
244. Pramuka M., vanRoosmalen L. *Telerehabilitation Technologies: Accessibility and Usability // International Journal of Telerehabilitation.*-Vol.1,N1.-2009.-P.85-98.
245. Prasad S, Roy B. Digital photography in medicine. *J Postgrad Med* 2003;49:332-6.
246. Randolph GR, Hagler DJ, Khandheria BK et al. Remote telemedical interpretation of neonatal echocardiograms: impact on clinical management in a primary care setting. *J Am Coll Cardiol.* 1999 Jul;34(1):241-5.
247. Rahm WE Jr, Barmore JL, Dunn FL. Electrocardiographic transmission over standard telephone line. *Nebr State Med J.* 1952 Jul;37(7):222-3.
248. Reinkensmeyer D., Pang C., Nessler J., Painter C. Web-Based Telerehabilitation for the Upper Extremity After Stroke//*IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering.*-2002.-Vol.10,N2.-102-108.
249. Rendina MC, Carrasco N, Wood B et al. A logit model for the effect of telecardiology on acute newborn transfers. *Int J Technol Assess Health Care.* 2001 Spring;17(2):244-9.
250. Rendina MC, Downs SM, Carasco N et al. Effect of telemedicine on health outcomes in 87 infants requiring neonatal intensive care. *Telemed J.* 1998 Winter;4(4):345-51
251. Rendón A., Martínez A., Dulcey M., Seoane J et al. Rural telemedicine infrastructure and services in the Department of Cauca, Colombia. *Telemed J E Health.* 2005 Aug;11(4):451-9.
252. Rinaldi A, Pagano N, Chirico M et al. Telemedicine in neonatal emergencies. *Acta Biomed Ateneo Parmense.* 2000;71 Suppl 1:663-5.
253. Robie DK, Naulty CM, Parry RL et al. Early experience using telemedicine for neonatal surgical consultations. *J Pediatr Surg.* 1998 Jul;33(7):1172-6.

254. Rodas EB, Latifi R, Cone S, Broderick TJ, Doarn CR, Merrell RC: Telesurgical presence and consultation for open surgery. *Arch Surg*, Dec 2002;137:1360–1363.
255. Rumpsfeld M., Arild E., Norum J., Breivik E. Telemedicine in haemodialysis: a university department and two remote satellites linked together as one common workplace. *J Telemed Telecare* 2005;11:251-255.
256. Russell T. Telerehabilitation; a coming of age // *Australia Journal of Physiotherapy*.-2009.-Vol.55.-P.5-6.
257. Ryaskova O.I., Vladzmyrskyy A.V., Dorokhova O.T. First steps in tele-neonatology / *Med-e-Tel Exhibition and Conference Guide*.-1-3 Apr.,2009, Luxembourg.-P.85-86.
258. Satava RM, Simon IB. Teleoperation, telerobotics, and telepresence in surgery. *Endosc Surg Allied Technol*. 1993 Jun;1(3):151-3.
259. Satava RM. Virtual reality and telepresence for military medicine / RM.Satava // *Comput Biol Med*.-1995.-N25(2).-P.229-236.
260. Schmeler M., Schein R., McCue1 M., Betz K. Telerehabilitation Clinical and Vocational Applications for Assistive Technology: Research, Opportunities, and Challenges // *International Journal of Telerehabilitation*.-Vol.1,N1.-2009.-P.59-72.
261. Scott KE, Kim DY, Wang L et al. Telemedical diagnosis of retinopathy of prematurity intraphysician agreement between ophthalmoscopic examination and image-based interpretation. *Ophthalmology*. 2008 Jul;115(7):1222-1228.
262. Shanit D, Cheng A, Greenbaum RA. Telecardiology: supporting the decision-making process in general practice. *J Telemed Telecare*. 1996;2(1):7-13.
263. Sharpe C. Telenursing: nursing practice in cyberspace.-Westport: Auburn House, 2001.-273 p.
264. Silva RA, Murakami Y, Jain A et al. Stanford University Network for Diagnosis of Retinopathy of Prematurity (SUNDRP): 18-month experience with telemedicine screening. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2009 Jan;247(1):129-3
265. Sommer P, Hindricks G, Piorowski C. Remote control in ICD therapy. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2010 Jun;21(2):137-40.
266. Soyer P. Teledermoscopic evaluation of pigmented lesions – a global perspective / *International Society for Digital Imaging of the Skin Newsletter*.-Vol.1,N1.-2006.-P.3-4.
267. Soyer P., Hofmann-Wellenhof R., Massone C., Gabler G., Dong H. et al. *telederm.org: Freely Available Online Consultations in Dermatology*. *PLoS*. 2005. *Medicine* 2: e87.
268. Spanjers R, Rutkowski, A.-F. The Telebaby® Case E-Health Care Information Systems: An Introduction for Students and Professionals. In T. Tan (Ed.), Chapter I, E-Health, The Next Health Care Frontier, John Wiley & Sons, p. 27-34, 2005.
269. Stanberry B. Legal ethical and risk issues in telemedicine // *Comput Methods Programs Biomed*. -2001.-№64(3).-P.225-233.
270. Starpach Systems Report.-Vol.1-Operational Performance.-Lockheed Misseles&Space Company,1977.-48 p.
271. Starpach Systems Report.-Vol.2-Operational Performance.-Lockheed Misseles&Space Company,1977.-285 p.
272. Stieglitz SP, Gnann W, Schachinger U, Maghsudi M, Nerlich M. Telecommunication in trauma surgery. Communication networks of hospitals in East Bavaria. *Chirurg*. 1998 Nov;69(11):1123-8.

273. Stradling DA. Telestroke: state of the science and steps for implementation. *Crit Care Nurs Clin North Am.* 2009 Dec;21(4):541-8.
274. Sutalo K. Role of district hospital in providing care for patients with acute coronary syndrome. *Acta Med Croatica.* 2009 Feb;63(1):43-5.
275. Switzer JA, Levine SR, Hess DC. Telestroke 10 years later--'telestroke 2.0'. *Cerebrovasc Dis.* 2009;28(4):323-30.
276. Tachakra S. Four years' experience of telemedicine support of a minor accident and treatment service / S.Tachakra, C.Uko Uche, A.Stinson // *J Telemed Telecare.*-2002.-N8 (Suppl. 2).-87-89.
277. Tachakra S. A comparison of telemedicine with face-to-face consultations for trauma management / S.Tachakra, M.Lynch, R.Newson [et al] // *J Telemed Telecare.*-2000.-N6 (Suppl.1).-P.178-181.
278. Tan E, Yung A, Jameson M et al. Successful triage of patients referred to a skin lesion clinic using teledermoscopy (IMAGE IT trial). *Br J Dermatol.* 2010 Apr;162(4):803-11.
279. *Teledermatology: A User's Guide* / Ed.by Pak H.S., Edison K.E., Whited J.D. - Cambridge Univ.Press,2008.-130 p.
280. *Teledialysis getting started by Norwegian Centre for Telemedicine.*-Tromso:NST,2009.-2p.
281. *Telemedicine Glossary of Concepts, Standards, Technologies and Users.* 5th Edition / [Edited by L.Beolchi].-Brussels, European Comission, 2003.- 1276 p.
282. *Telenursing Practice Guidelines.*-College of Registered Nurses of Nova Scotia, 2008.-32 p.
283. *Telepathology: Guidance from The Royal College of Pathologists.* G026 / Ed. by J.Rashbass, P.Furness.-2005.-Ver.1.- 10 p.
284. *Teleradiology* / Ed. by Kumar S., Krupinski E.-Springer,2008.- 284 p.
285. *Teleradiology in the European Union. White Paper.*- Vienna: European Society of Radiology, 2006.-4 p.
286. *Telerehabilitation: History, Current Developments and Future Directions.*-Washington: American Telemedicine Association, 2008.-117 p.
287. *Telesurgery/* Ed. by Kumar S., Marescaux J.- Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.- 190 p.
288. *The Swinfen Charitable Trust Digital Camera Guide/* Ed. By R.Wootton.-Department of Health Government of Western Australia, 2004.-45 p.
289. Theuns DA, Rivero-Ayerza M, Knops P et al. Analysis of 57,148 transmissions by remote monitoring of implantable cardioverter defibrillators. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2009 Mar;32 Suppl 1:S63-5.
290. Thrall J. *Teleradiology Part I. History and Clinical Applications//Radiology.*- 2007.- Vol.243, N3.-P.613-617.
291. Thrall J. *Teleradiology Part II. Limitations, Risks,and Opportunities //Radiology.*-2007.- Vol.244, N2.-P.325-328.
292. Torrecillas DR, Soler-González J, Rodríguez-Rosich A. Digital photography in the generalist's office. *CMAJ.* 2006 Dec 5;175(12):1519-21.
293. Tousignant M., Boissy P., Corriveau H. et al. In-Home Telerehabilitation for Post-Knee Arthroplasty: A Pilot Study // *International Journal of Telerehabilitation.*-Vol.1,N1.-2009.-P.9-16.

294. Trigo JD, Chiarugi F, Alesanco A et al. Interoperability in Digital Electrocardiography: Harmonization of ISO/IEEE 11073-PHD and SCP-ECG. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2010 Aug 9. [Epub ahead of print]
295. Verdier L. Principles and modalities for telecardiology program development. *Soins*. 2009 Jun;(736 Suppl):S11-2.
296. Wallace C.S., Boulton D.M. An information measure for classification // *Computer Journal*, Vol 11, No 2, August 1968, pp 185-194.
297. Wang S., Lee S., Pardue C. et al. Remote Evaluation of Acute Ischemic Stroke. Reliability of National Institutes of Health Stroke Scale via Telestroke. *Stroke*. 2003;34:e188-e191.
298. Weatherburn G, Ward S, Johnston G, Chisholm S. Off-site expert support for nurses undertaking ECGs in primary care. *Br J Nurs*. 2009 May 14-27;18(9):551-4.
299. Weinstein RS, Graham AR, Richter LC et al. Overview of telepathology, virtual microscopy, and whole slide imaging: prospects for the future. *Hum Pathol*. 2009 Aug;40(8):1057-69.
300. Winters J., Lathan C., Sukthankar S. et al. *Human Performance and Rehabilitation Technologies / Biomechanics and Neural Control of Movement*, ed. by Winters J., Crago P.- New York: Springer-Verlag, 2000.-P.493-551.
301. Winters, J. Motion Analysis and Telerehabilitation: Healthcare Delivery Standards and Strategies for the New Millennium / Pediatric Gait: A New Millennium in Clinical Care and Motion Analysis Technology, IEEE Press.-2000.-P.16-22.
302. Winters J. Telerehabilitation research: Emerging opportunities // *Annual Review of Biomedical Engineering*. - 2002.-N4.-P.287-320.
303. Woodson KE, Sable CA, Cross RR et al. Forward and store telemedicine using Motion Pictures Expert Group: a novel approach to pediatric tele-echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004 Nov;17(11):1197-200.
304. Wootton R. Recent Advances: Telemedicine // *BMJ* 2001;323:557-560.
305. Wootton R. Telemedicine: a cautious welcome // *BMJ* 1996; 313 : 1375.
306. Wootton R, Darkins A. Telemedicine and the doctor-patient relationship. *J R Coll Physicians Lond*. 1997 Nov-Dec;31(6):598-9.
307. Wootton R, Menzies J, Ferguson P. Follow-up data for patients managed by store and forward telemedicine in developing countries. *J Telemed Telecare*. 2009;15(2):83-8.
308. Wootton R. Realtime telemedicine. *J Telemed Telecare*. 2006;12(7):328-36.
309. Wootton R, Hamo K, Reponen J. Organizational aspects of e-referrals. *J Telemed Telecare*. 2003;9 Suppl 2:S76-9.
310. Wootton R, Smith AC, Gormley S, Patterson J. Logistical aspects of large telemedicine networks. 1: Site directories. *J Telemed Telecare*. 2002 Dec;8 Suppl 3(6):77-80
311. Wootton R, Smith AC, Gormley S, Patterson J. Logistical aspects of large telemedicine networks. 2: Measurement of network activity. *J Telemed Telecare*. 2002 Dec;8 Suppl 3(6):81-82.
312. Wootton R., Oakley A. *Teledermatology*.-Royal Society of Medicine Press Ltd,2002.-335p.
313. Wootton R., Bonnardot L. In what circumstances is telemedicine appropriate in the developing world? *J R Soc Med Sh Rep*,2010;1(5):37-37.

314. Wu C, Petersen RA, VanderVeen DK. RetCam imaging for retinopathy of prematurity screening. *J AAPOS*. 2006;10 (2):107-111.
315. Yamamoto LG, Ash KM, Boychuk RB et al. Personal computer teleradiology interhospital image transmission of neonatal radiographs to facilitate tertiary neonatology telephone consultation and patient transfer. *J Perinatol*. 1996 Jul-Aug;16(4):292-8.
316. Vladzimirskyy A.V. Telemedicine Consultations in Daily Clinical Practice: Systems, Organisation, Efficiency. In: *Handbook of Research on Distributed Medical Informatics and E-Health*.-Edited by A.Lazakidou, K.Siassiakos.- Hershey-New York: Medical information science reference,2008.-P.260-272.
317. Vladzimirskyy A.V. Four years' experience of teleconsultations in daily clinical practice // *Journal of Telemedicine and Telecare*.-Vol.11,N6.-2005.- P. 294 -297.
318. Vladzimirskyy A.V. The Use of Teleconsultations in the Treatment of Patients with Multiple Trauma // *European Journal of Trauma*.- Vol.30, N6.- 2004.-P.394 – 397.
319. Vladzimirskyy A., Klymovytskyy V., Popova T., Glinkowski W. Telescreening in Orthopedics: Telemedicine System for Scoliosis Prevention and Control / “Med-e-Tel 2010” Proceedings of The International eHealth, Telemedicine and Health ICT Forum for Education, Networking and Business.- Ed. by M.Jordanova, F.Lievens.-April 14-16, 2010 Luxembourg.- Luxembourg: ISfTEH, 2010.-P. 89.
320. Vladzimirskyy A., Ryaskova O., Pryadko A., Tkachenko V., Tkach L., Mayornikov I. UNET Wireless Tele-ECG - Experience in Neonatology, Ambulances and Rural Medicine / “Med-e-Tel 2010” Proceedings of The International eHealth, Telemedicine and Health ICT Forum for Education, Networking and Business.- Ed. by M.Jordanova, F.Lievens.-April 14-16, 2010 Luxembourg.- Luxembourg: ISfTEH, 2010.-P.68.
321. Vladzimirskyy A.V., Klymovytskyy V.G. Telemedicine in Ukraine /*Eukrasia.Unemployment and Health Care*.-Vol.5.-Katowice,2004.-P.133-139.
322. Vladzimirskyy A. Telemedicina no Sistema de Saude da Ucrania. In: *Telessaude: um instrumento de suporte assistencial e educacao permanente* / Alanier de Fatima dos Santos et al. – Belo Horizonte: Editora UFMG,2006.-P.390-397.
323. Vladzimirskyy A. Doswiadczenia telemedycyny w ukraińskim systemie opieki zdrowotnej / *Postepy Miedzynarodowej Telemedycyny i eZdorowia*.-Warsawa: MediPage,2007.-S.137-144.
324. Vladzimirskyy A. Telemedicine experience in Ukraine Health Care System / *Advances in International Telemedicine and eHealth*.-Vol.1.-Warsaw:MediPage,2006.-P.158-166.
325. Vladzimirskyy A., Klymovytskyy V. Case report: Ukraine / making better access to healthcare services. Report of International Telecommunication Union.-Kyodo Bunkasha Co Ltd, 2005.-P.280-283.
326. Zelickson BD, Homan L. Teledermatology in the nursing home. *Arch Dermatol* 1997;133:171-4.

Вєблиография

327. Академик А.И. Григорьев: "Здоровье должно стать модой".- // Наука Урала. - 2009.-№ 04 (988).-www.urau.ru/gazetanu/2009/02/nu04/wvmnu_p3_04_022009.htm
328. Академик Василий Васильевич Парин/ РГАНТД,2008.-www.rgantd.ru/vzal/parin/index.htm.
329. Американская Ассоциация Телемедицины.-www.atmeda.org.

330. Ассоциация развития украинской телемедицины и электронного здравоохранения - www.telemed.org.ua/pages/aruteoz/aruteoz.html.
331. Введение в открытое и дистанционное обучение.- www.cito.ru/gdenet/glossary/introduction.
332. Дынник О.Б., Бакбардин Д.Ю., Кориченский А.Н., Волик Н.К., Швелёв А.Н. Технологии телемедицины в медицинском образовании.- www.telemed.ru/rfrs/sem2000/art/dinnik.html.
333. Задорожная Л.Н., Прокопов А.В. Теле-ЭКГ: телеметрический контроль ЭКГ в реальном времени.-www.tredex-company.com/article_show.php?id=15.
334. Комплекс радиомониторного ЭКГ контроля «РадиоХолтер». Описание продукта.-www.tredex-company.com.
335. Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні. - Постанова МОН України від 20.12. 2000. – www.osvita.org.ua.
336. Крамаренко А.В., Павлович Р.В., Павлютин Л.В. Диагностическая ценность транстелефонной ЭКГ: приближение к стандарту.-2002.-www.tredex-company.com/article_show.php?id=28.
337. Купцова Л.А., Казёнов В.Е. Экономические вопросы медицинского консультирования через Интернет // Региональная науч.-практ. конф. для специалистов в области информационных технологий. – Хабаровск, 2006.- www.dvif.ru.
338. Логинов В.А., Григорьев А.И., Орлов О.И. Концепция телемедицинского видеоэкзамена.- www.telemed.ru/rfrs/sem2000/art/lgn.html.
339. Медицинская информационная система «Доктор Элекс».- www.doctor.eleks.com.
340. Международное общество телемедицины и электронного здравоохранения – www.isft.net.
341. Музеї розвитку інформаційних технологій.-www.ukrainiancomputing.org.
342. Норвежский центр телемедицины. – www.telemed.no.
343. Ортофорум – www.weborto.net.
344. Пономаренко Г.Б.Современные технологии телеконсультирования в патоморфологии. Nikon Coolscope&Aperio.-2008.- www.telemed.org.ua.
345. Силуянова И. Этика врачевания. Современная медицина и православие.- М.: Изд-во Московского Подворья Свято-Троицкой Сергиевой лавры, 2001.- www.pms.orthodoxy.ru/etika/00034.htm#s9.
346. Гарнавський М. Мережа дистанційного ЕКГ консультування хворих. – 2008.- www.dolynarl.blogspot.com.
347. Телемедицина в Украине – www.telemed.org.ua.
348. Транстелефонный цифровой 12-канальный ЭКГ комплекс «Телекард» - ЭКГ по телефону.- 2009.- www.tredex-company.com/product_show.php?id=13.
349. Янковский С. Концепции общей теории информации.- www.syy.narod.ru/lbook.htm
350. AMD Global Telemedicine.- www.amdtelemedicine.com.
351. Arizona - Dermatology Protocol: Real-Time.-Arizona Telemedicine Program.-www.americantelemed.org/files/public/membertgroups/teledermatology/telederm_protocol/ealtimeForm%281%29.pdf.
352. Aerotel. - www.aerotel.com.
353. Applied Home Telemedicine.- www.hometelemedicine.com.

354. Baumann P.140 Health Care Uses for Twitter.-
www.philbaumann.com/2009/01/16/140-health-care-uses-for-twitter.
355. Blum J. Creating a cyber doctor-patient relationship. - www.ama-assn.org/amednews/2001/08/06/prca0806.htm.
356. Brown V. Robotic Assistance Remedy.-2008.-6 p.-
www.healthmgttech.com/features/2008_july/0708_robotic.aspx.
357. Brown N.A Brief History of Telemedicine.-1995.- www.tie.telemed.org.
358. eHAB Brochure.-www.uq.edu.au/telerehabilitation.
359. European Institute of Telesurgery.- www.eits.fr.
360. EquivalTM Wireless Physiological Monitoring Product Description.-
www.equival.co.uk.
361. FineMed Digital X-rays.-2010.- www.finemed.co.th.
362. Fortuin A.J., Molefi M. Telemedicine workstation for Developing Countries.-2006.-
www.medetel.eu/download/2006/parallel_sessions/presentation/0407/Molefi.pdf.
363. Good Example of Teledialysis/TeleNephrology in use.-
www.dailyhemo.org/2009/good-example-of-teledialysistelenephrology-in-use.
364. Health On the Net Foundation - www.hon.ch.
365. HeSCA.Health Sciences Communications Association.-www.hesca.org.
366. Home-Based Automated Therapy of Arm Function after Stroke Via
Telerehabilitation.-2010.- www.cabrr.cua.edu/research/Telerehabilitation.cfm.
367. Honeywell Hommed.- www.hommed.com.
368. iPath.-www.ipath.ch.
369. iPath (ukrainian installation).-www.telemed-ipath.org.ua.
370. ISFTeH Telenursing Working Group - www.isft.net/cms/index.php?telenursing
371. Jurik A., BolusY., Weaver A. et al. Mobile Health Monitoring Through Biotelemetry.
International Conference on Body Area Networks (BodyNets), Los Angeles, CA, April
2009.- www.cs.virginia.edu/jurik/docs/jurik-bodynets-2009.pdf.
372. Karush S. Hospital to share stroke expertise around state via robots / USA Today.-
www.usatoday.com/tech/news/robotics/2006-10-19-robot-doctors_x.htm?csp=34.
373. Kass J. Laying the Foundations for Citizen-Centred eHealth.-
www.medetel.lu/education/educationall_2005.html.
374. Krupinski E.A. Clinical Effectiveness of Telenursing.-2008.-
www.atalacc.org/panama2008/Krupinski-Telenursing.pps.
375. Mackenzie J.K. The Smith, Kline & French (Mobile) Medical Color TV Unit.CBS
Field- Sequential Color TV System.- www.thewritingworks.com/ostalgia.html.
376. Marescaux J. Code name: Lindbergh operation.-2002.-www.websurg.com.
377. Mediphan MedRecorder.- www.mediphan.com/medrecorder.php.
378. Methods, systems and technologies for remote delivery of rehabilitation services. –
www.cabrr.cua.edu/gallery.cfm
379. Microscopes. - www.minresco.com.
380. Missouri Telehealth Network.- www.telehealth.muhealth.org.
381. Models of Telehealth Encounters, or Tele-Encounters.- www.eng.mu.edu/
ehab/rehab167/Mod3/telehealth-apps/overview.htm
382. Molefi L. M. Telemedicine as a Tool for Equitable Health Service Delivery, the South
African Experience.-2009.-www.medetel.eu/download/2009/parallel_sessions/
resentation/day3/telemedicine_as_a_tool_for_equitable_health_services.pdf.

383. Olympus.-www.olympus-global.com.
384. Partners TeleStroke Center. - <http://telestroke.massgeneral.org>
385. Popescu V., Burdea G., Bouzit M. et al. PC-based Telerehabilitation System with Force Feedback.- www.caip.rutgers.edu/vrlab/telerehab.html.
386. ReJoyce Telerehabilitation System™ - www.hometelemed.com.
387. Rose G. Rads, hospitals both hit highs and lows, just not same ones.-2008.-www.diagnosticimaging.com/display/article/113619/1354157?pageNumber=1.
388. Russell T.Telerehabilitation.- www.uq.edu.au/telerehabilitation.
389. TeleDerm.-www.telederm.org.
390. Telemedicine at the Section of Neonatal Medicine of Nationwide Children's Hospital.-www.nationwidechildrens.org/neonatal-telemedicine.
391. Tele-ECG. Receiving-System REMOS.ECG-Receiver.-www.vitaphone.de.
392. Telerehabilitation: a balance training system for home use.- www.domiris.si/en/storitve.php?id=4.
393. The Einthoven Foundation.-www.einthoven.nl.
394. The RAFT project on telemedicine in French-speaking Africa.-www.keneya.org.ml.
395. Twitter - www.shockmd.com/2009/03/31/twitter-doctors-hospitals-and-medical-education.
396. Twitter, Doctors, Hospitals and Medical Education.- www.shockmd.com/2009/3/31/twitter-doctors-hospitals-and-medical-education.
397. Twitter-Surgery - www.ihealthbeat.org/Articles/2009/2/10/Hospital-Uses-Twitter-To-Provide-RealTime-Updates-on-Surgery.aspx.
398. Virtual slide telepathology system.- www.dmetrix.net.
399. Viterion.-www.viterion.com.
400. Zephyr™ PSM Defence Product Description- www.zephyr-technology.com.

Научное издание

Владзимирский Антон Вячеславович

ТЕЛЕМЕДИЦИНА

www.telemed.org.ua

Підп. до друку 25.01.2011. Формат 60x84^{1/16}. Бум. офсет. Друк лазерний. Умов.-друк. арк. 25,4. Ум. фарб.-відб. 23,7. Облік.-вид. арк. 15,5. Тираж 1000 екз.

Друк ТОВ "Цифровая типография" вул. Челюскінців, 291а,
м. Донецьк, Тел.: (062)-388-07-31
