

## ВОЗМОЖНОСТИ ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ

Смаль Т.С., Завадовская В.Д., Деев И.А.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

### РЕЗЮМЕ

В работе рассмотрены терминология и история развития телемедицины в России и за рубежом. Указаны сведения о различных направлениях применения информационно-телекоммуникационных технологий в здравоохранении. Представлены разновидности телемедицины как услуги медицинского назначения. Приведены основные проблемы, сдерживающие развитие телемедицины и телерадиологии в частности.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** информационные и коммуникационные технологии, телемедицина, телерадиология.

### Введение

Техническая революция, связанная с внедрением цифровых технологий в медицину, привела к появлению и активному развитию новых направлений во многих областях медицины. В последние годы в практическую деятельность медицинских организаций активно внедряются методы обследования, позволяющие оптимизировать процесс диагностики и получать верифицированный диагноз. К ним относятся и телемедицинские технологии [1].

### Телемедицина

Термин «телемедицина», введенный Р. Марком в 1974 г. (по другим данным, это сделал Т. Бёрд в 1970 г.), объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения [2].

В 1997 г. ВОЗ ввела определение телемедицины, которое включает в себя как клинические, так и образовательные направления телемедицины. Под ней понимаются «деятельность, услуги и системы, связанные с оказанием медицинской помощи на расстоянии посредством информационно-коммуникационных технологий, направленных на содействие развитию здравоохранения, осуществление эпидемиологического надзора и предоставление медицинской помощи, а также обучение, управление и проведение научных исследований в области меди-

цины» [3]. В статье сетевого издания «Медицина и образование в Сибири» телемедицина определяется как прикладное направление медицинской науки, связанное с разработкой и применением на практике методов дистанционного оказания медицинской помощи и обмена специализированной информацией на базе использования современных телекоммуникационных технологий [1].

В.М. Леванов (2012) приводит следующее определение: телемедицина – комплекс организационных, финансовых и технологических мероприятий, обеспечивающих осуществление дистанционной консультационной медицинской услуги, при которой пациент или врач, проводящий обследование и лечение пациента, получает консультацию другого врача с использованием информационно-коммуникационных технологий, не противоречащих национальным стандартам [3].

Согласно определению С. Скальвини (2004), телемедицина – это метод предоставления услуг здравоохранения там, где расстояние является критическим фактором, всеми работниками здравоохранения с использованием информационно-коммуникационных технологий для обмена достоверной информацией, диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения научных исследований, а также для непрерывного образования медицинских работников в интересах улучшения здоровья людей и их сообществ [5]. Телемедицина дает возможность оказания медицинской помощи на расстоянии и основана на передаче медицинской информации с помощью телекоммуникационных технологий [6]. Главной целью телемедицины

✉ Смаль Татьяна Сергеевна, e-mail: tatyana.smal2014@yandex.ru

является создание условий, при которых помощь высококвалифицированных специалистов станет более доступной для сельских жителей [1].

Телемедицина применяется для решения следующих задач:

- мониторинг и контроль физиологических параметров пациентов, таких как артериальное давление, частота сердечных сокращений, уровень глюкозы крови и других показателей [7];

- поддержка мероприятий по первичной и вторичной профилактике заболеваний и их ранней диагностике [8];

- повышение доступности медицинской помощи группам населения, проживающим в географически удаленных регионах, сельской местности, пациентам с ограниченными возможностями [9];

- организация консультационной поддержки оказания медицинской помощи при чрезвычайных ситуациях со стороны высококвалифицированных специалистов крупных медицинских центров [10].

На примере оценки процесса диагностики туберкулеза у детей была показана высокая эффективность применения телемедицинских технологий для раннего выявления социально значимых заболеваний. Исследование проводилось в графстве Сияя, западная Кения, с июня 2009 по декабрь 2011 г. [8]. Цель исследования заключалась в выявлении соответствия диагностики туберкулеза среди высококвалифицированных специалистов по рентгенологическим признакам (врач-рентгенолог и детский пульмонолог) и по клинической оценке врачей общей практики. Были рассчитаны чувствительность и специфичность оценки экспертов для диагностики туберкулеза у детей. Различные уровни знаний специалистов отражали общую структуру клинической помощи от начального уровня (скрининг) до направления к специалистам. Высокая чувствительность в выявлении подтвержденных случаев заболевания туберкулезом у детей была показана на основании клинической оценки, высокая специфичность – среди специалистов рентгенологов и детских пульмонологов. Низкий уровень согласия экспертов и высокая вариабельность интерпретации рентгенограмм подчеркнули необходимость осторожной диагностики туберкулеза в клинических условиях, где бактериологическое подтверждение недоступно (в условиях ограниченных ресурсов), так же как и клиническая оценка без рентгенологической интерпретации. Таким образом, в проведенном исследовании было показано преимущество комбинированной консультативной модели, в соответствии с которой специалист общей практики может проводить консультацию своего пациента с экспертом, находящимся на расстоянии [11].

Разнообразие условий, в которых находится человек, не всегда позволяет в полной мере реализовать его право на получение соответствующей медицинской помощи в нужном месте и в нужное время. В первую очередь подобные проблемы возникают в

регионах с большой удаленностью населенных пунктов от крупных медицинских центров и с малой плотностью населения [12]. Именно в отдаленных районах и в больницах с недостатком кадров использование телемедицинских технологий может эффективно обеспечивать своевременную диагностику, консультации и медицинскую помощь пациентам, для которых своевременность вмешательства является решающим фактором [13].

Таким образом, телемедицина позволяет улучшать доступ к медицинской помощи, диагностике, оценке и мониторингу состояния пациентов, осуществлять контроль соблюдения режима лечения и получать положительные результаты в отношении здоровья пациентов [14]. Применение телемедицины значительно расширяет возможности по реализации прав человека на получение медицинской помощи и снижает затраты на оказание медицинских услуг там, где расстояние является критическим фактором [15].

### История развитие телемедицины

Возможности информационных компьютерных технологий в здравоохранении на различных этапах истории определялись и определяются состоянием трех основных компонент: информационных, телекоммуникационных и медицинских технологий [3]. Телемедицина является относительно новой медицинской дисциплиной. Хотя первые попытки передать на расстояние медицинскую информацию по телефонной линии были предприняты еще в 1903 г. изобретателем электрокардиографии В. Эйтховеном [15]. В Швеции с 1922 г. специалисты университетского госпиталя Готтенбурга давали медицинские консультации морякам, находившимся в плавании, с помощью радио [16]. Эти примеры можно считать первыми предпосылками в развитии телемедицины.

В конце 1950-х гг. американский ученый Ц. Витсон впервые использовал технологию видеоконференцсвязи в области медицины. В том же году американские ученые ввели понятие коммуникационных технологий в медицине и появился термин «телемедицина» [17]. В 1959 г. в США была проведена первая телеконсультация пациента с психиатрическим заболеванием. В том же году впервые была реализована передача изображения флюорограммы легких [18].

В 1965 г. по каналам спутниковой связи американский кардиохирург М. Дебейки, находясь на своей родине в США, комментировал с целью обучения ход операции на сердце, которую в этот момент проводили в Европе [19].

В России развитие телемедицины тесно связано с освоением космического пространства. С помощью новых технологий осуществлялись запись физиологических показателей космонавтов и передача им на орбиту медицинских рекомендаций. Успешный опыт космических медиков позволил начать планомерные работы по телемедицине в различных направлениях. В 1970-е гг. во многих крупных городах России

была создана сеть центров дистанционной кардиологической диагностики «ЭКГ по телефону», которую можно считать прообразом телемедицинских центров [13].

Первым крупномасштабным проектом в области телемедицины стала организация телевизионного моста между СССР и США для консультации пострадавших во время землетрясения в Армении (1988) и взрыва газа под г. Уфой (1989). В телеконсультациях и видеоконференциях принимали участие специалисты московских клиник и медицинских центров США. Они консультировали пациентов с ожогами, психиатрическими и некоторыми другими заболеваниями [20].

Телемедицинские разработки по медицинской помощи и телеобучению выполняются в Научном центре сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, Московском НИИ педиатрии РАМН, на факультете фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, Военно-медицинской академии в г. Санкт-Петербурге. Телемедицина в рамках медицинских консультаций получила развитие в ряде регионов и городов страны: Северо-Западном (в г. Архангельске с международным участием Норвегии), Центральном (г. Воронеж, Самара, Нижний Новгород), Сибирском (г. Новосибирск), Дальневосточном и ряде других [21].

Телемедицина, появившись в середине XX в., претерпела значительные изменения. Стало возможным создавать и редактировать изображения высокого разрешения, хранить их в сжатом виде. Улучшился доступ к информации, касающейся здоровья. В настоящее время ведущей идеей в области телемедицины является создание единого информационного пространства, в котором все участники системы взаимодействуют между собой и свободно обмениваются необходимыми для работы данными.

Современные достижения в области телемедицины связаны с появлением цифровых каналов передачи информации, распространением глобальных сетевых коммуникаций. Вместе с тем существует много нерешенных информационных, методологических, организационных, технических, финансово-экономических, биоэтических проблем [22].

## **Распространенность телемедицины в России и за рубежом**

Для России с ее сложными климато-географическими условиями телемедицина имеет особое социально-экономическое значение, а также при оказании помощи в условиях чрезвычайных ситуаций [23].

Телемедицинские технологии позволяют обеспечить:

- консультации больных в целях решения вопросов диагностики, лечения, восстановительной терапии (в том числе на постгоспитальном этапе) или перевода (направления) в другие лечебные учреждения;

- мониторинг и анализ данных функциональных, инструментальных, лабораторных (включая цитологические и гистологические) исследований (в т.ч. в домашних условиях);

- теленаставничество при проведении сложных исследований и операций, к чему примыкает собственно телехирургия;

- предварительный анализ контингента пациентов при планировании работы выездных медицинских бригад для целенаправленного формирования их определенными специалистами (данное направление находится пока в периоде становления);

- медико-генетическое консультирование по прогнозу потомства (при угрозе рождения детей с наследственными заболеваниями) [24];

- обучение и повышение квалификации врачей, включая освоение новых методов диагностики и лечения [23].

Европейские системы здравоохранения являются объектом серьезных бюджетных вложений в связи с возрастающим количеством населения пожилого возраста и устойчивым снижением числа медицинского персонала. Эти факторы определили высокую значимость развития компьютерных технологий в европейской политике. Инновационное здравоохранение XXI в. отводит большую роль внедрению электронного медицинского обслуживания, что позволит уменьшить стоимость и улучшить качество оказываемых врачебных услуг [25].

Таким образом, история развития телемедицины в России и за рубежом указывает на высокую медицинскую и социальную эффективность применения информационных систем с перспективой на создание единой национальной, а в дальнейшем и международной телемедицинской сети.

## **Направления телемедицины**

Телемедицина на сегодняшний день охватывает все диагностические службы здравоохранения – функциональную, лучевую, морфологическую, лабораторную диагностику и большинство клинических направлений. Врачебные телемедицинские консультации – наиболее известный и распространенный вид телемедицинских услуг. Применение современных информационных и телекоммуникационных технологий позволяет обеспечить новые формы дистанционного взаимодействия между консультируемым врачом и консультантом. С помощью видеоконференцсвязи телеконсультации могут проводиться в реальном времени. Объектом телемедицинской консультации может являться клинический случай конкретного пациента либо отдельные данные клинического обследования. Врач использует систему консультируемого врача, чтобы с помощью телекоммуникационной сети и систем получить консультацию у одного или нескольких коллег, удаленных от него расстоянием и временем [15].

Телемедицина в режиме реального времени является эффективным инструментом в диагностике раз-

личных заболеваний. К интересным выводам пришли исследователи из Японской антарктической научной экспедиции (JARE), которая проводилась в 1956–2003 гг. на станции Севана на расстоянии 15000 км от Японии. Эвакуации больных была невозможна в течение зимних месяцев. За весь период проведены в общей сложности 4 932 телемедицинские консультации, 45% консультаций составляли хирургические или ортопедические случаи, 23% были направлены на заболевания внутренних органов, 12% – на решение стоматологических проблем [26].

Отсроченная (off-line) телемедицинская консультация требует значительно меньше аппаратных сетевых ресурсов в сравнении с телеконсультациями в режиме реального времени (on-line телемосты, телемосты с международным участием) [21]. Еще одним вариантом применения телемедицинских технологий в телемедицинских сетях является дистанционное образование. На основе созданных телекоммуникационных сетей можно успешно осуществлять: тематические циклы усовершенствования врачей и телелекции, семинары, круглые столы по обмену опытом, доступ к специализированным медицинским базам данных, распространение методических и учебных материалов, а также непосредственный диалог «врач – пациент», «консультант – врач» и «преподаватель – обучаемый» [4].

Очевидно, что мобильные технологии могут найти широкое применение в медицине. Проведение телеконсультаций и телеконференций врачей позволит повысить эффективность оказания медицинской помощи путем совместного обсуждения конкретных клинических случаев с привлечением высококвалифицированных специалистов в узкой проблемной области, а также будет способствовать повышению квалификации врачей [27, 28].

## Виды телемедицинских исследований

В зависимости от того, по какой медицинской специальности проводится удаленное медицинское консультирование, выделяют различные направления телемедицины, которые базируются на своих принципах хранения и передачи медицинской информации [29].

Одним из активно развивающихся направлений телемедицины является телерадиология. Телерадиология является крупной ветвью телевизионной медицины, позволяющей передавать в электронном виде радиологические (растровые) изображения и связанные с ними данные о пациенте между различными организациями для консультации, получения экспертного мнения и клинической оценки [30, 31].

Как и телерадиология, теледерматология – одна из активно развивающихся областей телемедицины. Теледерматологические консультации могут проводиться как в режиме видеоконференции, так и с помощью отсроченных консультаций, когда изображение кожи больного фиксируется медицинской сестрой или врачом общего профиля и затем пере-

дается по компьютерным сетям консультанту-дерматологу вместе с текстовыми данными истории болезни. Теледерматологические консультации в режиме реального времени (с помощью видеоконференций) занимают значительно меньше времени и обходятся дешевле, чем непосредственные визиты к врачу-дерматологу [32, 33].

Исследования применения телемедицины в лечении пациентов с острым инсультом показали, что телемедицина дает возможность проводить оптимальное лечение пациентов даже в районах с ограниченным доступом к специализированной помощи. Телемедицинские системы позволяют назначить лечение, за ходом которого можно проследить удаленно и при необходимости перевести пациентов со сложными клиническими случаями (которые нуждаются в интенсивной терапии или нейрохирургическом вмешательстве) в специализированные консультные центры.

Исследования, проведенные в США, показали экономическую эффективность применения телемедицины в лечении пациентов с острым инсультом. Ограничения к применению данного метода включали в себя необходимость государственного лицензирования и аттестации врачей, а также технические трудности. Использование телемедицины на догоспитальном уровне было затруднено ограниченной доступностью телекоммуникационных технологий в отдаленных районах [34].

Применение телемедицины в системе охраны психического здоровья обозначается термином «телепсихиатрия». Телепсихиатрия была использована в качестве частичного решения проблемы ограничения психиатрических служб для клиник и больниц в отдаленных районах областей с недостатком психиатров и других специалистов в области психического здравоохранения. В США программы телепсихиатрии RodeoNet Восточного Орегона и Медицинского центра Канзасского университета показали экономическую эффективность их применения [35].

Телеофтальмология представляет собой сочетание различных телемедицинских процедур (телескрининг, домашняя телемедицина, телеконсультации, дистанционное обучение), реализуемых с помощью разнообразных телекоммуникационных средств. Основная задача телеофтальмологии заключается в содействии передачи офтальмологических навыков медицинским работникам (врачам общей практики) на местах [36].

## Телемедицина в рентгенологии

В США и части европейских и азиатских стран практикуют отсутствие врача-рентгенолога во время исследования в клинике. После проведения исследования данные передаются через сеть Интернет на компьютер врача, который в данный момент может работать в другой клинике или в домашних условиях. После написания заключения отправляют обратно в госпиталь [37].

Ограниченный доступ к рентгенологическим услугам в отдаленных регионах с низкой плотностью населения является главным препятствием оказания медицинской помощи пациентам. Телерадиология позволяет снизить дефицит высококвалифицированных специалистов в области лучевой диагностики в сельских и поселковых больницах и расширить возможности постановки правильного диагноза [9].

Одна из особенностей телерадиологии – необходимость передачи больших объемов информации. Для решения этой задачи используют, как правило, волоконно-оптические каналы со скоростью передачи до нескольких мегабит в секунду и выше. Сеть Интернет предоставляет большие возможности для проведения дистанционных консультаций, особенно когда нет необходимости проводить работу в режиме реального времени. Тогда информация, которую необходимо обсудить со специалистами, выкладывается на сайт учреждения, и все заинтересованные получают к ней доступ и могут высказать свое независимое суждение [38].

В 1982 г. Американский колледж радиологов (ACR) и Национальная ассоциация производителей электроники (NEMA) пришли к общему мнению о том, что необходимо создать стандарт передачи диагностических изображений совместно с дополнительной информацией о пациенте и исследовании, который поддерживался бы устройствами большинства производителей. В 1983–1985 гг. был представлен первый стандартизованный формат хранения диагностических изображений в цифровом варианте – ACR-NEMA. Данный формат помимо самого изображения хранил информацию об имени пациента, дате его рождения, а также о матричном размере изображения, глубине шкалы. Кроме того, сохранялась информация об аппарате, на котором выполнялось исследование. Решающим событием стала демонстрация формата ACR-NEMA 3 (известного ныне как DICOM) на конгрессе Ассоциации радиологов Северной Америки (RSNA) в 1994 г. После этого большинство производителей диагностического оборудования, а также дополнительного оборудования для диагностических отделений (таких, как принтеры и системы хранения данных) стали стремиться к использованию DICOM как основного, в котором сохранялись данные после их получения при исследовании [39]. В настоящее время большинство систем для передачи радиологических изображений используют DICOM-формат и основаны на всемирно распространенной сети Интернет. Современные технологии позволяют передавать данные по широкополосным сетям весьма быстро, однако единичные удаленные консультации можно проводить с помощью обычных модемных соединений через телефонную сеть [40].

На сегодняшний день в сельских больницах все чаще устанавливают новейшие цифровые рентгеновские установки. Однако дефицит квалифицированных рентгенологов и невозможность содержать

узкоспециализированных специалистов диктуют необходимость удаленных консультаций. Поэтому передача цифровых снимков по информационной сети высококвалифицированному рентгенологу способствует более точной постановке диагноза. В настоящее время использование цифровых технологий является решающим фактором повышения эффективности лучевой диагностики [41, 42].

По данным отечественной и зарубежной литературы, медицинская и социальная эффективность телемедицины очевидна. Она выражается в увеличении доступности медицинской помощи и организации дистанционного наблюдения за пациентом на расстоянии, что особенно актуально для нашей страны. Это дает дополнительные возможности в обмене управленческой информацией, повышении квалификации специализированных медицинских кадров на местах и эффективности профилактических программ и интеграции научных исследований [38,21,12,43].

### Проблемы телемедицины

Несмотря на все положительные стороны внедрения телемедицины, существует ряд проблем, которые сдерживают ее развитие. В работе А.И. Бурсова и В.П. Еричева «Телекоммуникационные технологии в медицине» (2011) приведены следующие вопросы: требуется ли дополнительная сертификация специалистов для проведения телемедицинских сеансов, как обеспечить защиту передаваемой по сетям конфиденциальной информации о пациенте.

В США до сих пор окончательно не решен вопрос: совершенствуют ли телемедицинские технологии способы оказания специализированной помощи или просто технически расширяют доступы к ним. В отличие от большинства технических медицинских достижений, телемедицина не предлагает ничего сверх того, что может сделать врач на своем рабочем месте, а лишь увеличивает доступность к медицинской помощи на расстоянии [21, 44].

В.Е. Сеницын (2014), занимаясь реализацией пилотного проекта по созданию системы дистанционной лучевой диагностики, выделил ряд актуальных проблем телерадиологии. Так, возникает необходимость установления видов патологий, для диагностики которых возможно применение метода дистанционного описания рентгенологических снимков. Соответственно необходимо определить, в каких случаях данный метод неприемлем, какая патология может быть описана непосредственно в лечебном учреждении, проводящем исследование, и когда требуется привлечение специалистов из других клинических центров [6].

Таким образом, отсутствие законодательных аспектов регулирования телемедицинской деятельности, определенные технологические сложности, недостаток финансирования сдерживают развитие телемедицины. И если технологические сложности в большинстве своем были преодолены, остается

нерешенным ряд проблем, связанных с различными темпами внедрения и квалификацией врачей в региональных и областных лечебных учреждениях [45].

## Заключение

Проведенный обзор литературы о возможностях использования телекоммуникационных технологий в системе здравоохранения и в рентгенологии в частности позволяет сделать следующие выводы.

1. Термин «телемедицина», введенный в 1974 г., объединяет множество телекоммуникационных и информационных методов, применяемых в здравоохранении, а также их разнообразные клинические приложения.

2. Телемедицина может эффективно обеспечивать консультации и медицинскую помощь в отдаленных районах пациентам, для которых своевременность вмешательства является решающим фактором. Применение телемедицины значительно расширяет возможности по реализации прав человека на получение медицинской помощи и снижает затраты на оказание медицинских услуг там, где расстояние является критическим фактором.

3. Телемедицина дает возможность существенного повышения профессионального уровня специалистов за счет интенсивного обмена информацией и оперативного доступа к опыту и знаниям профессионалов. Телемедицинские технологии позволяют врачам практически в любой местной больнице перенимать опыт специалистов ведущих федеральных медицинских центров.

4. Для успешного развития телемедицинских сетей необходимо функционирование системы обеспечения телемедицинской деятельности, включающей нормативно-правовые, экономические, технологические, методологические, организационные аспекты. Передача медицинских данных пациентов и их обсуждение в открытом для всех режиме является с правовой и биоэтической точки зрения недопустимым. Введение строгой защиты медицинской информации связано с необходимостью соблюдения биоэтического правила конфиденциальности. Необходимым условием также являются разработка, внедрение и соблюдение стандартов получения и предоставления медицинских изображений.

## Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

## Литература

- Буцко (Кривушкина) Е.В., Шафранов И.В., Иванинский О.И. Обоснование организационных направлений развития телемедицинских технологий [Электронный ресурс] // Медицина и образование в Сибири. 2014. № 5. URL: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1529](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1529) (дата обращения 06.11.2015).
- Баранов А.А., Вишнева Е.А., Намазова-Баранова Л.С. Телемедицина – перспективы и трудности перед новым этапом развития // Педиатрическая фармакология. 2013. Т. 10, № 3. С. 6–11.
- Леванов В.М. От телемедицины до электронного здравоохранения: эволюция терминов // Медицинский альманах. 2012. № 2. С. 16–19.
- Кошелёв И.А. Дистанционное образование в системе современного здравоохранения: реальность и перспективы // Медицинский альманах. 2010. № 1. С. 48–53.
- Scalvini S., Vitacca M., Paletta L., Giordano A., Balbi B. Telemedicine: a new frontier for effective health care services // *Monaldi Arch. Chest Dis.* 2004. V. 61. P. 226–233.
- Синицын В.Е. Реализация пилотного проекта по созданию системы дистанционной лучевой диагностики [Электронный ресурс] // Конгресс Российской ассоциации радиологов. М., 2014. – Режим доступа: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/rao/14/tolstoi5/sinicin.pdf>
- Наливаева А.В. Информационные технологии в медицине: доказанные факты и нерешенные проблемы // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2012. № 11. С. 894–896.
- Kaguthi G., Nduba V., Nyokabi J., Onchiri F., Gie R., Borgdorff M. Chest Radiographs for Pediatric TB Diagnosis: Interrater Agreement and Utility // *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases.* 2014. V. 2014. doi: 10.1155/2014/291841.
- Andronikou S. Pediatric Teleradiology in Low-Income Settings and the Areas for Future Research in Teleradiology // *Front Public Health.* 2014. V. 2. P. 125. doi: 10.3389/fpubh.2014.00125.
- Kim D.K., Kim E.Y., Yang K.H., Lee C.K., Yoo S.K. A mobile tele-radiology imaging system with JPEG2000 for an emergency care // *J. Digit. Imaging.* 2011. V. 24. P. 709–718. doi: 10.1007/s10278-010-9335-0.
- Pool K.L., Garra B.S., Bulas D.I. Volume sweep imaging: open-source technology for pediatric global health collaboration // *Pediatr. Radiol.* 2014. V. 44. P. 677–678. doi: 10.1007/s00247-014-2937-9
- Zenaro F., Oliveira Gomes J.A., Casalino A., Lonardi M., Starc M., Paoletti P., Gobbo D., Giusto C., Not T., Lazzerini M. Digital Radiology to Improve the Quality of Care in Countries with Limited Resources: A Feasibility Study from Angola // *PLoS ONE.* 2013. V. 8, № 9. doi: 10.1371/journal.pone.0073939.
- Кошелёв И.А. Тенденции развития телемедицинских технологий в современном мире // Медицинский альманах. 2010. № 1. С. 13–17.
- Zanni G. Telemedicine: sorting out the benefits and obstacles // *Consult. Pharm.* 2011. V. 11. P. 810–824. doi: 10.4140/TCP.n.2011.810.
- Фролов С.В., Фролова М.С. Тенденции развития телемедицинских технологий в Российской Федерации // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2005. № 2. С. 328–340.
- Панков М.Н. Дистанционное консультирование детей с эмоциональными и поведенческими нарушениями // Вестник Северного (Арктического) федерального уни-

- верситета. Серия: Медико-биологические науки. 2013. № 2. С. 30–38.
17. *Zhu W., Zhai Y., Sun D., Zhao J.* Telemedicine and digital management in repair and regeneration after nerve injury and in nervous system diseases // *Neural Regen. Res.* 2014. V. 9. P. 1567–1568. doi: 10.4103/1673-5374.139484.
  18. *История и современные вопросы развития биоэтики: учебное пособие / под ред. Т.А. Николаева.* М.: ГЭО-ТАР-Медиа, 2012. 144 с.
  19. *Kayser K., Borkenfeld S., Djenouni A., Kayser G.* History and structures of telecommunication in pathology, focusing on open access platforms // *Diagn. Pathol.* 2011. V. 6. P. 110. doi: 10.1186/1746-1596-6-110.
  20. *Балалыкин Д.А., Киселёв А.С.* История и современные вопросы развития биоэтики [Электронный ресурс] / URL: [http://vmede.org/sait/?page=7&id=Biojetika\\_balalikin\\_2012&menu=Biojetika\\_balalikin\\_2012](http://vmede.org/sait/?page=7&id=Biojetika_balalikin_2012&menu=Biojetika_balalikin_2012)
  21. *Бурсов А.И., Еричев В.П.* Телекоммуникационные технологии в медицине // *Глаукома.* 2011. № 4. С. 65–70.
  22. *Pinto dos Santos D., Hempel J.M., Kloeckner R., Döber C., Mildenerger P.* Teleradiologie – Update 2014 // *Der Radiologe.* 2014. V. 54. P. 487–490. doi: 10.1007/s00117-014-2661-3.
  23. *Кобринский Б.А., Мамвеев Н.В., Бодров В.Н., Бодрова Т.Ю.* Практика телемедицинского консультирования и перспективы специализации // *Врач и информационные технологии.* 2005. № 4. С. 37–46.
  24. *Sorantin E.* Platforms for tele-reading: history and lessons learned by the World Federation of Pediatric Imaging // *Pediatr. Radiol.* 2014. V. 44. P. 692–694. doi: 10.1007/s00247-014-2912-5.
  25. *Zennaro F., Grosso D., Fascetta R., Marini M., Odoni L., Di Carlo V., Dibello D., Vittoria F., Lazzarini M.* Teleradiology for remote consultation using iPad improves the use of health system human resources for paediatric fractures: prospective controlled study in a tertiary care hospital in Italy // *BMC Health Services Research.* 2014. V. 14. P. 327. doi: 10.1186/1472-6963-14-327.
  26. *Obno G., Watanabe K., Okada Y., Higuchi K.* Practical experience of telehealth between an Antarctic station and Japan // *J. Telemed. Telecare.* 2012. V. 18. P. 473–475. doi: 10.1258/jtt.2012.GTH111.
  27. *Goost H., Witten J., Heck A., Hadizadeh D.R., Weber O., Griff I., Burger C., Montag M., Koerfer F., Kabir K.* Image and Diagnosis Quality of X-Ray Image Transmission via Cell Phone Camera: A Project Study Evaluating Quality and Reliability // *PLoS ONE.* 2012. V. 7. doi: 10.1371/journal.pone.0043402.
  28. *Torres-Pereira C.C., Morosini I.A., Possebon R.S., Giovanini A.F., Bortoluzzi M.C., Lezo J.C., Piazzetta C.M.* Teledentistry: Distant Diagnosis of Oral Disease Using E-Mails // *Telemedicine and e-Health.* 2013. V. 19. P. 117–121. doi: 10.1089/tmj.2012.0087.
  29. *Choi J.-W.* Clinical usefulness of teleradiology in general dental practice // *Imaging Sci. Dent.* 2013. V. 43. P. 99–104. doi: 10.5624/isd.2013.43.2.99
  30. *Громов, А.И.* Создание централизованной системы архивации диагностических изображений в городе Москве [Электронный ресурс] // Конгресс Российской ассоциации радиологов. М., 2014. Режим доступа: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/rao/14/tolstoi5/gromov.pdf>
  31. *Martin-Bonmati L., Morales A., Donoso Bach L.* Toward the appropriate use of Teleradiology // *Radiologna.* 2012. V. 54. P. 115–123. doi: 10.1016/j.rx.2011.05.020.
  32. *Senel E.* History of teledermatology: a technique of the future in dermatology // *Skinmed.* 2010. V. 8. P. 167–170.
  33. *Engelmann U., Schröter A., Baur U., Werner O., Schwab M., Müller H., Meinzer H.P.* The evolution of a German teleradiology system // *Studies in health technology and informatics.* 1998. V. 52. P. 255–260.
  34. *Hess D.C., Audebert H.J.* The history and future of telestroke // *Nat. Rev. Neurol.* 2013. V. 9. P. 340–350. doi: 10.1038/nrneurol.2013.86.
  35. *Brown F.W.* Rural telepsychiatry // *Psychiatr. Serv.* 1998. V. 49. P. 963–964.
  36. *Li H.K.* Telemedicine and ophthalmology // *Surv. Ophthalmol.* 1999. V. 44. P. 61–72.
  37. *Halton J., Kosack C., Spijker S., Joekes E., Andronikou S., Chetcuti K., Brant W.E., Bonnardot L., Wootton R.* Teleradiology usage and user satisfaction with the telemedicine system operated by M'edecins Sans Frontières // *Front Public Health.* 2014. V. 2. P. 202. doi: 10.3389/fpubh.2014.00202.
  38. *Савчук Г.Б.* Использование цифровых технологий для повышения эффективности диагностики при травмах голеностопного сустава // *Радиология – практика.* 2008. № 4. С. 28–32.
  39. *Основы лучевой диагностики и терапии: национальное руководство / под ред. С.К. Терновой.* М.: ГЭО-ТАР-Медиа, 2013. 1000 с.
  40. *Maani R., Camorlinga S., Arnason N.* A Parallel Method to Improve Medical Image Transmission // *J. Digit. Imaging.* 2012. V. 25. P. 101–109. doi: 10.1007/s10278-011-9387-9.
  41. *Блинов А.Б., Блинов Н.Н., Виленский А.В.* Современные проблемы переоснащения рентгенодиагностической службы Российской Федерации // *Медицинский алфавит.* 2010. № 6. С. 6–9.
  42. *Panugbpath S.G., Kalyanpur A.* Radiology and the mobile device: Radiology in motion // *Indian J. Radiol. Imaging.* 2012. V. 22. P. 246–250. doi: 10.4103/0971-3026.111469.
  43. *Wootton R., Wu W., Bonnardot L.* Store-and-forward teleradiology in the developing world – the Collegium Telemedicus system // *Pediatr. Radiol.* 2014. V. 44. P. 695–696. doi: 10.1007/s00247-014-2904-5.
  44. *Spijker S.* Teleradiology quality assurance – lessons learnt // *Pediatr. Radiol.* 2014. V. 44. P. 704 doi: 10.1007/s00247-014-2928-x.
  45. *ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup // Insights into Imaging.* 2014. V. 5. P. 1–8. doi: 10.1007/s13244-013-0307-z.

Поступила в редакцию 25.11.2015 г.

Утверждена к печати 20.12.15 г.

Смаль Татьяна Сергеевна (✉) – аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ (г. Томск).

Завадовская Вера Дмитриевна – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии СибГМУ (г. Томск).

Деев И.А. – д-р мед. наук, профессор кафедры факультетской педиатрии с курсом детских болезней лечебного факультета СибГМУ (г. Томск).

✉Смаль Татьяна Сергеевна, e-mail: tatyana.smal2014@yandex.ru

СибГМУ, 634050, г. Томск, Московский тракт, 2.

## DIAGNOSTIC AND CLINICAL EFFECTIVENESS OF TELEMEDICINE TECHNOLOGIES IN RADIATION DIAGNOSIS

Smal T.S., Zavadovskaya V.D., Deyev I.A.

Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

### ABSTRACT

The paper reviewed the definition of terminology and the history of the development of telemedicine. The main directions of development of telemedicine technologies in Russia and abroad. Provides information about the different areas of information and communication technologies in health care. Presented as a variety of telemedicine services for medical purposes. The main problem hindering the development of Telemedicine and Medical Radiology in particular.

**KEY WORDS:** information and communication technologies, telemedicine, teleradiology.

*Bulletin of Siberian Medicine, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 79–88*

### References

1. Butsko (Krivushkina) E.V., Sharapov I.V., Ivaninskiy O.I. Obosnovanie organizatsionnykh napravleniy razvitiya telemeditsinskikh tekhnologiy [Rationale organizational areas of telemedicine technologies]. *Meditsina i obrazovanie v Sibiri – Medicine and Education in Siberia*. 2014, no. 5. Available at: [http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text\\_full.php?id=1529](http://ngmu.ru/cozo/mos/article/text_full.php?id=1529) (accessed 5 november 2015) (in Russian).
2. Baranov A.A., Vishneva E.A., Namazova-Baranova L.S. Telemeditsina – perspektivy i trudnosti pered novym etapom razvitiya [Telemedicine - prospects and challenges to the new stage of development]. *Pediatricheskaya farmakologiya – Pediatric Pharmacology*. 2013, vol. 10, no.3, pp. 6–11 (in Russian).
3. Levanov V.M. Ot telemeditsiny do elektronogo zdravookhraneniya: evolyutsiya terminov [From telemedicine to electronic public health service: evolution of terms]. *Medical Almanac – Meditsinskiy al'manakh*, 2012, no. 2, pp. 16–19 (in Russian).
4. Koshelev I.A. Dstantsionnoe obrazovanie v sisteme sovremennogo zdravookhraneniya: real'nost' i perspektivy [The tendencies of development of telemedical technologies in a modern world]. *Meditsinskiy al'manakh – Medical Almanac*, 2010, no. 1, pp. 48–53 (in Russian).
5. Scalvini S., Vitacca M., Paletta L., Giordano A., Balbi B. Telemedicine: a new frontier for effective health care services. *Monaldi Arch. Chest Dis*, 2004, vol. 61, pp. 226–233.
6. Sinitsyn V.E. Realizatsiya pilotnogo proekta po sozdaniyu sistemy dstantsionnoy luchevoy diagnostiki [The implementation of a pilot project to create a system of external beam diagnostics]. *Kongress Rossiyskoy Assotsiatsii radiologov [Congress of the Russian Association of Radiologists]*. Moscow, 2014. Available at: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/rao/14/tolstoi5/sinicin.pdf> (accessed 5 november 2015) (in Russian).
7. Nalivaeva A.V. Informatsionnye tekhnologii v meditsine: dokazannye fakty i nereshennyye problem [Information technologies in medicine: the proven facts and unsolved problems]. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy – Bulletin of Medical Internet Conferences*, 2012, no. 11, pp. 894–896 (in Russian).
8. Kaguthi G., Nduba V., Nyokabi J., Onchiri F., Gier, Borgdorff M. Chest Radiographs for Pediatric TB Di-

- agnosis: Interrater Agreement and Utility. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2014, vol. 2014, doi: 10.1155/2014/291841.
9. Andronikou S. Pediatric Teleradiology in Low-Income Settings and the Areas for Future Research in Teleradiology. *Front Public Health*, 2014, vol. 2, pp. 125. doi: 10.3389/fpubh.2014.00125.
  10. Kim D.K., Kim E.Y., Yang K.H., Lee C.K., Yoo S.K. A mobile tele-radiology imaging system with JPEG2000 for an emergency care. *J. Digit. Imaging*, 2011, vol. 24, pp. 709–718. doi: 10.1007/s10278-010-9335-0.
  11. Pool K.L., Garra B.S., Bulas D.I. Volume sweep imaging: open-source technology for pediatric global health collaboration. *Pediatr. Radiol*, 2014, vol. 44, pp. 677–678. doi: 10.1007/s00247-014-2937-9
  12. Zennaro F., Oliveira Gomes J.A., Casalino A., Lonardi M., Starc M., Paoletti P., Gobbo D., Giusto C., Not T., Lazzarini M. Digital Radiology to Improve the Quality of Care in Countries with Limited Resources: A Feasibility Study from Angola. *PLoS ONE*, 2013, vol. 8, no. 9, doi: 10.1371/journal.pone.0073939.
  13. Koshelev I.A. Tendentsii razvitiya telemeditsinskikh tekhnologiy v sovremennom mire [The tendencies of development of telemedical technologies in a modern world] // *Meditsinskiy al'manakh – Medical Almanac*, 2010, no. 1, pp. 13–17 (in Russian).
  14. Zanni G. Telemedicine: sorting out the benefits and obstacles. *Consult. Pharm*, 2011, vol. 11, pp. 810–824. doi: 10.4140/TCP.n.2011.810.
  15. Frolov, S.V., Frolova M.S. Tendentsii razvitiya telemeditsinskikh tekhnologiy v Rossiyskoy Federatsii [Trends in the development of telemedicine technology in the Russian Federation]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Journal of Tambov State Technical University*, 2005, no. 2, pp. 328–340 (in Russian).
  16. Pankov M.N. Distanttsionnoe konsul'tirovanie detey s emotsional'nymi i povedencheskimi narusheniyami [Distance counselling for children with emotional and behavioral disorders]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki – Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Editorial Panel of “Medical and Biological Sciences”*, 2013, no. 2, pp. 30–38 (in Russian).
  17. Zhu W., Zhai Y., Sun D., Zhao J. Telemedicine and digital management in repair and regeneration after nerve injury and in nervous system diseases. *Neural Regen. Res*, 2014, vol. 9, pp. 1567–1568. doi: 10.4103/1673-5374.139484.
  18. Nikolaev T.A. (ed.) *Istoriya i sovremennyye voprosy razvitiya bioetiki: uchebnoe posobie* [The history and contemporary issues of bioethics: textbook]. Moscow, GEOTAR-Media, 2012. 144 p. (in Russian).
  19. Kayser K., Borkenfeld S., Djenouni A., Kayser G. History and structures of telecommunication in pathology, focusing on open access platforms. *Diagn. Pathol*, 2011, vol. 6, P. 110, doi: 10.1186/1746-1596-6-110.
  20. Balalykin D.A., Kiselev A.S. *Istoriya i sovremennyye voprosy razvitiya bioetiki* [The history and contemporary issues of bioethics]. Available at: [http://vmede.org/sait/?page=7&id=Biojetika\\_balalikin\\_2012&menu=Biojetika\\_balalikin\\_2012](http://vmede.org/sait/?page=7&id=Biojetika_balalikin_2012&menu=Biojetika_balalikin_2012) (accessed 5 november 2015) (in Russian).
  21. Bursov A.I., Urich V.P. Telekommunikatsionnye tekhnologii v meditsine [Telecommunication technologies in medicine]. *Glaucoma – Glaukoma*, 2011, no. 4, pp. 65–70 (in Russian).
  22. Pinto dos Santos D., Hempel J.M., Kloeckner R., Döber C., Mildenerger P. Teleradiologie – Update 2014. *Der Radiologe*, 2014, vol. 54, pp. 487–490. doi: 10.1007/s00117-014-2661-3.
  23. Kobrinskiy B.A., Matveev N.V., Bodrov V.N., Bodrova T.Yu. Praktika telemeditsinskogo konsul'tirovaniya i perspektivy spetsializatsii [The practice of telemedicine consulting expertise and Prospects]. *Vruch i informatsionnye tekhnologii – Information technologies for the Physician*, 2005, no. 4, pp. 37–46 (in Russian).
  24. Sorantin E. Platforms for tele-reading: history and lessons learned by the World Federation of Pediatric Imaging. *Pediatr. Radiol*, 2014, vol. 44, pp. 692–694. doi: 10.1007/s00247-014-2912-5.
  25. Zennaro F., Grosso D., Fascetta R., Marini M., Odoni L., Di Carlo V., Dibello D., Vittoria F., Lazzarini M. Teleradiology for remote consultation using iPad improves the use of health system human resources for paediatric fractures: prospective controlled study in a tertiary care hospital in Italy. *BMC Health Services Research*, 2014, vol. 14, pp. 327. doi: 10.1186/1472-6963-14-327.
  26. Ohno G., Watanabe K., Okada Y., Higuchi K. Practical experience of telehealth between an Antarctic station and Japan. *J. Telemed. Telecare*, 2012, vol. 18, pp. 473–475. doi: 10.1258/jtt.2012.GTH111.
  27. Goost H., Witten J., Heck A., Hadizadeh D.R., Weber O., Griff I., Burger C., Montag M., Koerfer F., Kabir K. Image and Diagnosis Quality of X-Ray Image Transmission via Cell Phone Camera: A Project Study Evaluating Quality and Reliability. *PLoS ONE*, 2012, vol. 7, doi: 10.1371/journal.pone.0043402.
  28. Torres-Pereira C.C., Morosini I.A., Possebom R.S., Giovanini A.F., Bortoluzzi M.C., Lero J.C., Piazzetta C.M. Teledentistry: Distant Diagnosis of Oral Disease Using E-Mails. *Telemedicine and e-Health*, 2013, vol. 19, pp. 117–121. doi: 10.1089/tmj.2012.0087.
  29. Choi J.-W. Clinical usefulness of teleradiology in general dental practice. *Imaging Sci. Dent*, 2013, vol. 43, pp. 99–104. doi: 10.5624/isd.2013.43.2.99
  30. Gromov, A.I. Sozdanie tsentralizovannoy sistemy arkhivatsii diagnosticheskikh izobrazheniy v gorode Moskve [Creating a centralized backup system diagnostic imaging in Moscow]. *Kongress Rossiyskoy Assotsiatsii radiologov [Congress of the Russian Association of Radiologists]*. Moscow, 2014. Available at: <http://congress-ph.ru/common/htdocs/upload/fm/rao/14/tolstoi5/gromov.pdf> (accessed 5 november 2015) (in Russian).
  31. Martn-Bonmatn L., Morales A., Donoso Bach L. Toward the appropriate use of Teleradiology. *Radiologna*, 2012, vol. 54, pp. 115–123. doi: 10.1016/j.rx.2011.05.020.
  32. Senel E. History of teledermatology: a technique of the future in dermatology. *Skinmed*, 2010, vol. 8, pp. 167–170.

33. Engelmann U., Schröter A., Baur U., Werner O., Schwab M., Müller H., Meinzer H.P. The evolution of a German teleradiology system. *Studies in health technology and informatics*, 1998, vol. 52, pp. 255–260.
34. Hess D.C., Audebert H.J. The history and future of teleradiology. *Nat. Rev. Neurol*, 2013, vol. 9, pp. 340–350. doi: 10.1038/nrneurol.2013.86.
35. Brown F.W. Rural telepsychiatry. *Psychiatr. Serv*, 1998, vol. 49, pp. 963–964.
36. Li H.K. Telemedicine and ophthalmology. *Surv. Ophthalmol*, 1999, vol. 44, pp. 61–72.
37. Halton J., Kosack C., Spijker S., Joekes E., Andronikou S., Chetcuti K., Brant W.E., Bonnardot L., Wootton R. Teleradiology usage and user satisfaction with the telemedicine system operated by Midecins Sans Frontières. *Front Public Health*, 2014, vol. 2, pp. 202. doi: 10.3389/fpubh.2014.00202.
38. Savchuk G.B. Ispol'zovanie tsifrovyykh tekhnologiy dlya povysheniya effektivnosti diagnostiki pri travmakh golenostopnogo sustava [The use of digital technologies to improve the efficiency of diagnosis in injuries of the ankle] // *Radiologiya - praktika*. 2008, no. 4. pp. 28–32 (in Russian).
39. Ternovoy S.K. (ed.) *Osnovy luchevoy diagnostiki i terapii: natsional'noe rukovodstvo* [Basics of radiation diagnostics and therapy: national guidelines]. Moscow, GEOTAR-Media, 2013, 1000 p.
40. Maani R., Camorlinga S., Arnason N. A Parallel Method to Improve Medical Image Transmission. *J. Digit. Imaging*, 2012, vol. 25, pp. 101–109. doi: 10.1007/s10278-011-9387-9.
41. Blinov A.B., Blinov N.N., Vilenskiy A.V. Sovremennye problemy pereosnashcheniya rentgenodiagnosticheskoy sluzhby rossiyskoy federatsii [Modern problems of re X-ray Service of the Russian Federation]. *Medsitsinskiy Alfabit – Medical Alphabet*, 2010, no. 6, pp. 6–9. (in Russian).
42. Panughpath S.G., Kalyanpur A. Radiology and the mobile device: Radiology in motion. *Indian J. Radiol. Imaging*, 2012, vol. 22, pp. 246–250. doi: 10.4103/0971-3026.111469.
43. Wootton R., Wu W., Bonnardot L. Store-and-forward teleradiology in the developing world – the Collegium Telemedicus system. *Pediatr. Radiol*, 2014, vol. 44, pp. 695–696. doi: 10.1007/s00247-014-2904-5.
44. Spijker S. Teleradiology quality assurance – lessons learnt. *Pediatr. Radiol*, 2014, vol. 44, pp. 704. doi: 10.1007/s00247-014-2928-x.
45. ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup. *Insights into Imaging*, 2014, vol. 5, pp. 1–8. doi: 10.1007/s13244-013-0307-z.

Smal Tanyana.S. (✉), Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Zavadovskaya Vera. D., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Deyev Ivan A., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

✉ Smal Tanyana.S., Siberian State Medical University, e-mail: tatyana.smal2014@yandex.ru