



НИИ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И МЕДИЦИНСКОГО
МЕНЕДЖМЕНТА

ТОП-10 МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕНЯЮЩИХ ЛАНДШАФТ СТОЛИЧНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ



МОСКВА
2020

Научно-исследовательский институт организации здравоохранения
и медицинского менеджмента
Департамента здравоохранения города Москвы

Аксенова Е. И., Камынина Н. Н., Короткова Е. О.

**ТОП-10 МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ,
МЕНЯЮЩИХ ЛАНДШАФТ
СТОЛИЧНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**

Москва
2020

УДК 725.51:371.261
ББК 51.1(2)

Топ-10 медицинских технологий, меняющих ландшафт столичного здравоохранения / Аксенова Е. И., Камынина Н. Н., Короткова Е. О. – М.: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020. – 34 с.

Издание подготовлено для использования службами Департамента здравоохранения города Москвы.

УДК 725.51:371.261
ББК 51.1(2)

© ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ», 2020
© Коллектив авторов, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение _____ 4

Телемедицина _____ 6

Виртуальная реальность _____ 12

Искусственный интеллект _____ 15

Роботизированная хирургия _____ 17

3D-визуализация и 3D-моделирование _____ 19

3D-печать и 3D-печатные ортезы _____ 22

Экзоскелет _____ 24

НейроЧат _____ 26

Электронная медицинская карта _____ 28

Система поддержки принятия врачебных
решений (СППВР) _____ 30

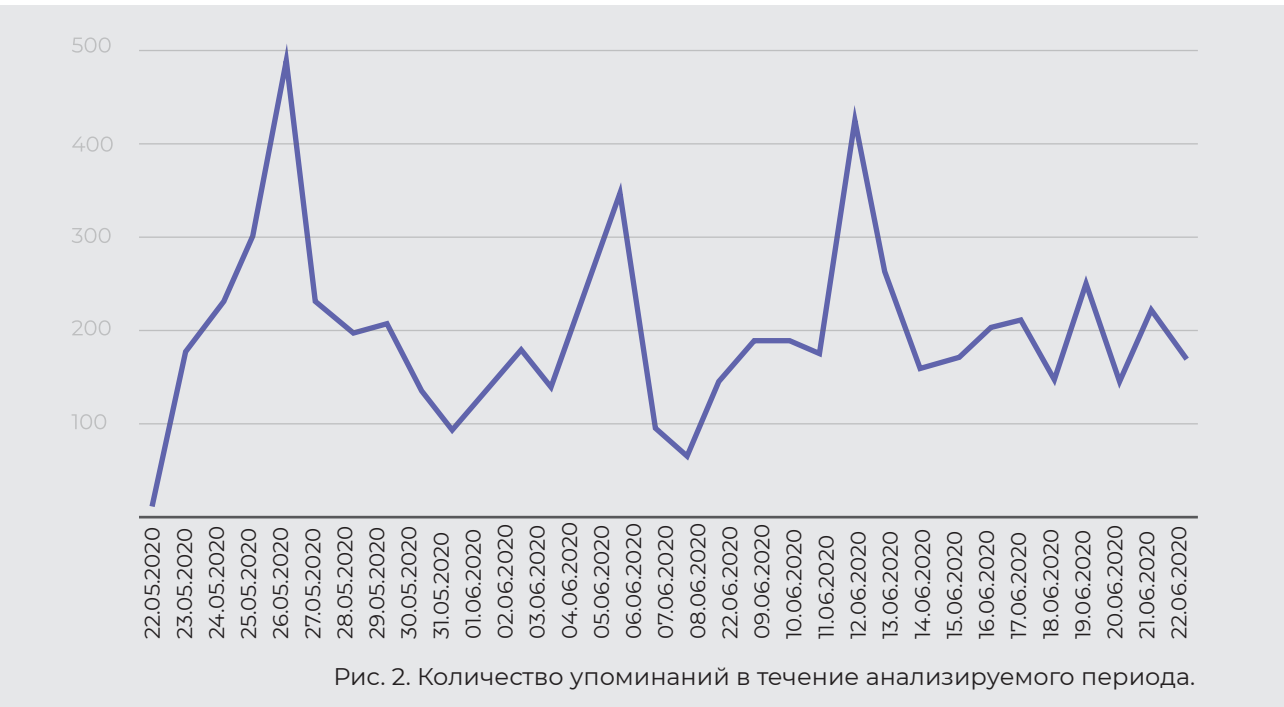
Цифровая диетология _____ 32

ВВЕДЕНИЕ

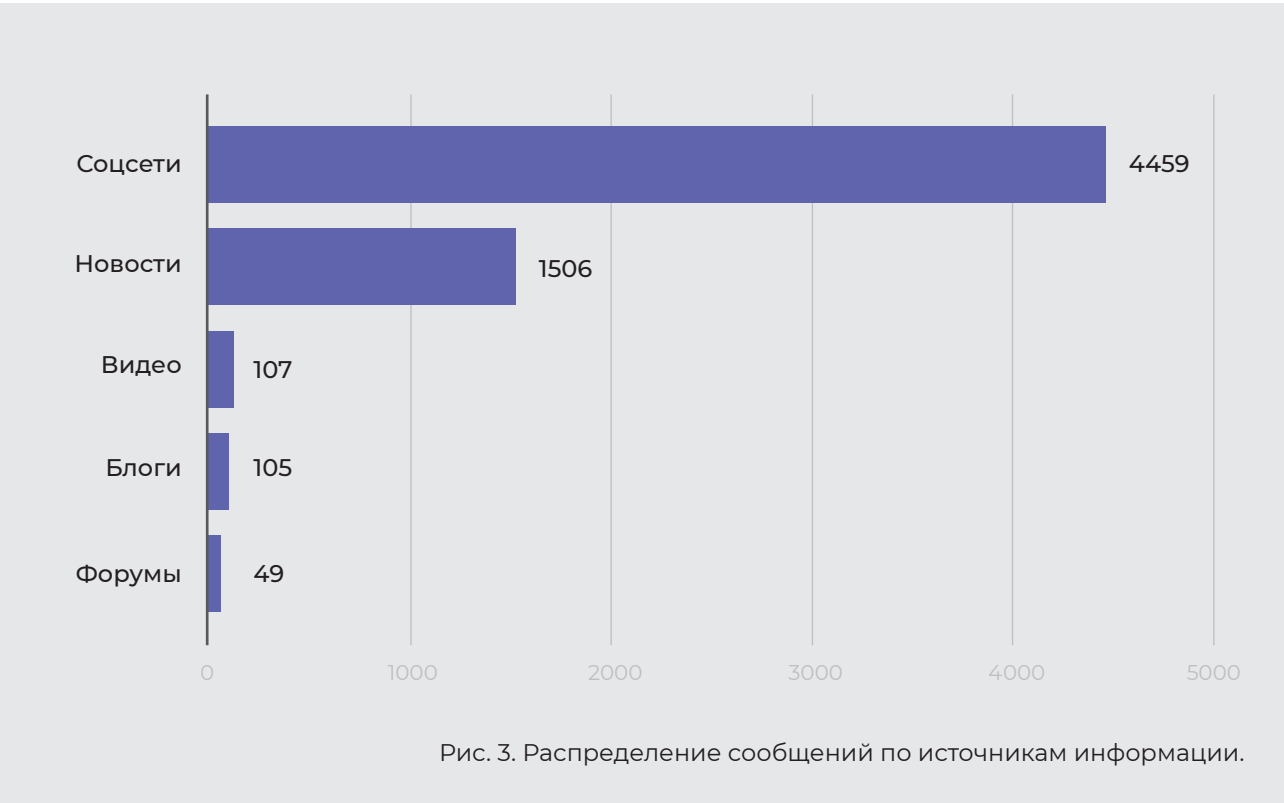
На основе анализа информационного поля выявлены ТОП-10 передовых медицинских технологий, применяемых в Москве, с точки зрения пользовательского интереса. За 3 месяца 2020 года, согласно мониторингу, выявлено 6 472 сообщения с упоминанием новых технологий в области медицины в Москве (рис. 1). Вовлеченность (сумма комментариев, репостов, лайков) составила 121 451.



Динамика упоминаний свидетельствует о достаточно стабильном интересе к этой теме, всплески естественным образом связаны с публикациями в популярных СМИ (рис. 2).



Распределение сообщений о технологиях в московской медицине по источникам информации иллюстрирует важность социальных сетей для москвичей (рис. 3).



Преобладание публикаций в социальных сетях (71,6 %) может указывать на высокую степень интереса широкой общественности к теме современных технологий в системе здравоохранения города и причастности к происходящим в ней изменениям. Представляем обзор наиболее популярных технологий, меняющих на наших глазах ландшафт московского здравоохранения.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА

По данным агентства Global Market Insights, объем мирового рынка телемедицинских услуг в 2019 г. составил \$45 млрд, будет расти в среднем на 19,3 % в год и может превысить \$175 млрд к 2026 г.

Телемедицина – инструмент системы здравоохранения, предназначенный для поддержки принятых решений, рационального использования ресурсов (материальных, интеллектуальных и иных), оптимизации логистики и взаимодействия между различными уровнями медицинской помощи. Для населения телемедицина стандартизирует показатели доступности и качества получаемой медицинской помощи.

С академической точки зрения телемедицина – это применение цифровых информационно-коммуникационных технологий для предоставления медицинской помощи и услуг дистанционно в тех случаях, когда географическое расстояние между пациентом и медицинским работником является критическим фактором. Может включать в себя взаимодействие «врач – врач» и «врач – пациент».

«Телемедицина – это не “медицина по телевизору” или по скайпу, а вообще использование любых коммуникационных технологий в процессе оказания медицинской помощи. Трансляция операций, удаленные консультации врачей друг с другом, использование электронных рецептов, медицинских карт и электронных больничных, единые базы данных лабораторных анализов и данных радиологических исследований – все это телемедицина. Оснащение машин “скорой помощи” планшетами, с помощью которых врач может ознакомиться с электронной медицинской картой пациента, – это тоже телемедицина», – Алексей Хрипун, руководитель Департамента здравоохранения города Москвы.

Телемедицина постоянно развивается, включая в себя новые достижения в области технологий, реагирует и адаптируется к изменяющимся потребностям в области здравоохранения и общественной специфике.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Термин «телемедицина» введен в 1970-х годах. Всемирная организация здравоохранения приняла следующее общее определение телемедицины: «Предоставление услуг здравоохранения в условиях, когда расстояние является критическим фактором, работниками здравоохранения, использующими информационно-коммуникационные технологии для обмена необходимой информацией в целях диагностики, лечения и профилактики заболеваний и травм, проведения исследований и оценок, а также для непрерывного образования медицинских работников в интересах улучшения здоровья населения и развития местных сообществ».

Появление телемедицины принято относить к первой четверти XX века, когда в связи с изобретением телефонной связи стали доступными удаленные консультации с врачом. Качество таких консультаций, а также возможности диагностики существенно ограничивались качеством связи, однако главная задача телемедицины – предоставление медицинской помощи на расстоянии – выполнялась. Сам Александр Белл, изобретатель телефона, используя свое изобретение, впервые вызвал к себе доктора. Такое нововведение, как телеграф, также не обошло вниманием телемедицину, в начале 1900-х годов его использовали для передачи медицинских данных.

Голландский ученый-физиолог В. Эйнтховен в 1906 году пытался передавать сигналы электрокардиограммы по телефону. Начало телемедицины в ее современном виде было положено в 1960-х годах и в значительной степени обусловлено развитием военной и космической техники, а также усилия-

ми специалистов, использующих доступное на рынке оборудование. Считается, что доктор Альберт Ютрас из канадского госпиталя Hotel Dieu впервые передал изображение на свой домашний телевизионный приемник в 1959 году. В качестве примеров ранних технологических этапов в области телемедицины можно привести использование телевидения для проведения консультаций между специалистами психиатрического института и врачами общей практики – в 1964 году в США стартовал первый телемедицинский проект между Институтом психиатрии штата Небраска и Городской больницей г. Норфолк: состоялась закрытая телевизионная трансляция. Проект послужил прецедентом для проведения массы подобных телемостов.

В СССР в 1960–1970-х годах также начались опытные работы по передаче медицинских данных. В институте хирургии им. А. В. Вишневского РАМН проводили первые клинические испытания по дистанционной диагностике врожденных пороков сердца и других заболеваний с использованием ЭВМ (УРАЛ-2), связанной телеграфными линиями с медицинскими учреждениями Ярославля, Владивостока и Хабаровска.

Последние достижения в данной области, повышение доступности и активности использования ИКТ населением в целом явились самыми большими стимулами для развития телемедицины и быстрого расширения возможностей системы здравоохранения по предоставлению медицинских услуг. Замена аналоговых средств связи цифровыми устройствами в сочетании с быстрым удешевлением ИКТ вызвала широкий интерес к применению методов телемедицины среди медицинских работников, а также позволили организациям здравоохранения планировать и внедрять новые и более эффективные способы оказания помощи. Появление и популяризация Интернета привела к еще большему росту темпов развития ИКТ, обогатив сферу телемедицины веб-приложениями и мультимедийными технологиями (включая цифровые изображения и видео). Новые достижения активно входят во врачебную практику, расширяя сферу использования телемедицины.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

Период карантинных мер и связанные с ним ограничения в передвижении и личном общении вывели на новый уровень дистанционное взаимодействие во всех сферах профессиональной и общественной жизни. Нарботки в использовании телемедицины, активно внедряемые в Москве, сыграли важнейшую роль в управлении системой здравоохранения и оказании медицинской помощи, а также придали мощный импульс к дальнейшему освоению телемедицины в различных сферах здравоохранения.

В середине марта в Департаменте здравоохранения города заработала система видеоконференц-связи с подведомственными медицинскими организациями. Это была плановая работа, но она совпала с началом эпидемии в стране и городе, и первой видеоконференцией с сотрудниками московской медицины была лекция академика Александра Чучалина «Пневмония 2020», посвященная анализу первых случаев заражения nCoV-2 и изучению самого нового коронавируса.

Впоследствии были проведены лекции других ведущих экспертов на тему нового заболевания. Это обеспечивало профессиональному сообществу, в том числе специалистам, непосредственно вовлеченным в процесс лечения зараженных пациентов, буквально в режиме онлайн, без отрыва от рабочих мест доступ к наиболее актуальной информации из отечественных и зарубежных источников.

Ссылка на видео: www.youtube.com/watch?v=3IN4UtXmDJw

На основании приказа Департамента здравоохранения города Москвы № 356 от 6 апреля 2020 года «О применении телемедицинских технологий при организации оказания консультаций по вопросам коронавирусной инфекции COVID-19 и подборе персонала в медицинские организации города Москвы» на базе Центра медицинской профилактики ДЗМ был создан общегородской Телемедицинский центр для оказания консультативной медицинской помощи больным с подтвержденной инфекцией COVID-19, состояние которых позволяет проходить лечение и наблюдаться в амбулаторных условиях.

После подтверждения диагноза, если состояние больного не требовало госпитализации (в соответствии с четко установленными критериями), ему предоставлялась возможность установки приложения, которое позволяло в режиме реального времени в любое время суток связаться с врачом телемедицинского центра и получить консультацию по любому медицинскому вопросу. Специалистам центра обеспечен доступ к электронной карте каждого больного и всей информации ЕМИАС. Также проводилось динамическое наблюдение нуждающихся в этом пациентов для контроля их состояния и коррекции лечения при необходимости (отслеживание лихорадки и других симптомов заболевания). Предусмотрена возможность обмениваться документами, например, результатами анализов. Общение пациента с врачом возможно как в аудио-, так и в видеорежиме. По словам руководителя телемедицинского центра, главного внештатного специалиста ДЗМ по первичной медико-санитарной помощи Андрея Тяжеленикова, «в ходе видеонаблюдения можно оценить цвет кожных покровов, цвет склер, потливость, оценить одышку – например, пациент не может закончить длинную фразу. Если его состояние вызывает опасения, то по адресу проживания пациента вызывается скорая помощь».

К работе в центре привлечены 315 медицинских специалистов, прошедших подготовку по ведению больных COVID-19, в смену работают до 150 врачей, что позволяет проводить до 7000 консультаций в сутки. На 15 мая 2020 года было проведено 170 тысяч онлайн-консультаций для 45 тысяч пациентов. Приложение «Телемедицинский центр ДЗМ» имеет пользовательскую оценку 4,3.

Для организации массового тестирования и ведения больных COVID-19 в Москве на базе головных учреждений московских поликлиник и клиничко-диагностических центров были созданы 47 КТ-центров, полностью перепрофилированных на оказание медицинской помощи инфекционным больным, потенциально зараженным новым коронавирусом. Одним из важнейших критериев диагностики стали наличие и степень поражения легких по результатам компьютерной томографии. Она стала и главным инструментом обследования заболевших COVID-19. Научно-практический центр диагностики и телемедицины выполняет функцию референсного центра и удаленно консультирует радиологов амбулаторных КТ-центров, проводит дополнительный анализ проводимых исследований (на пике эпидемии их число достигало 1500 ежедневно) – также в формате телемедицины. В этой работе пригодился опыт НПЦДиТ по проведению программы скрининга рака легкого с помощью низкодозовой компьютерной томографии, когда все снимки также анализируются на экспертном уровне в центре.

Телемедицинские технологии нашли широкое применение в реабилитационных программах, когда в условиях противоэпидемических мероприятий стали невозможными очные занятия со специалистами. Это коснулось как взрослых, так и детей. Например, специалисты Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ запустили проект «Кардиореабилитация». На видео с подробными инструкциями и пояснениями были записаны два комплекса специализированных физических упражнений для пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда и операцию аортокоронарного шунтирования. Чтобы и в условиях самоизоляции не прерывался процесс кардиореабилитации.

В Научно-практическом центре психического здоровья детей и подростков имени Г. Е. Сухаревой в конце 2019 года был запущен пилотный проект по проведению телемедицинских консультаций для детей с аутистическими расстройствами и другими нарушениями развития. С началом осложнения эпидемиологической ситуации в связи с распространением коронавирусной инфекции COVID-19 телемедицинские консультации в рамках пилотного проекта с марта 2020 года были масштабированы на значительную часть амбулаторной службы центра. По согласованию с участниками пилотного проекта максимально расширены клинические показания к проведению повторных консультаций пациентов, ранее обращавшихся в консультативно-диагностическое отделение или находившихся в стационаре центра. 34 медицинских специалиста (психиатры, психотерапевты, неврологи, медицинские психологи) оказывают телемедицинскую помощь, в том числе в виртуальном кабинете кризисной помощи.

НПЦ детской психоневрологии ДЗМ совместно с НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента ДЗМ была разработана цифровая платформа «Дневной стационар 2.0» для комплексной реабилитации детей с помощью телемедицинских технологий в условиях пандемии. Циф-

ровая медицинская платформа позволяет организовать и поддерживать таргетную реабилитацию пациентов с использованием технологий дистанционных занятий и консультаций, оперативного взаимодействия мультидисциплинарной реабилитационной команды и семьи пациента. В апробации проекта приняли участие 600 пациентов.

Ведение пациентов с хроническими и онкологическими заболеваниями также связано с активным использованием телемедицинских технологий. Например, одним из обязательных этапов диагностики и лечения пациента с впервые установленным онкологическим заболеванием является онкологический консилиум, в котором участвуют специалисты как амбулаторного онкологического центра, так и аффилированного онкологического стационара. Для минимизации риска инфицирования в условиях непростой эпидемической обстановки в существенной части случаев консилиумы проводятся в телемедицинском формате. Также с использованием телемедицинских технологий идет обмен данными между амбулаторным центром и стационаром.

С 2018 года на базе Научно-практического центра диагностики и телемедицины формируется референсная городская сеть патологоанатомических отделений по вопросам онкодиагностики на базе шести городских онкологических стационаров (МГК ОБ № 1, МГОБ № 62, МКНЦ им. А. С. Логинова, ГКБ № 40, Боткинской больницы, ГКБ им. Д. Д. Плетнева). Использование телемедицинских технологий позволит проводить прижизненную диагностику максимально качественно, так как исследуемый материал в цифровой среде анализируется узким специалистом, нацеленным на диагностику по тому или иному направлению в онкологии вне зависимости от места взятия материала и места нахождения специалиста.

Еще актуальный пример телемедицины в действии. Узнав о заражении COVID-19, главный врач больницы в Коммунарке Денис Проценко не стал покидать рабочее место, а самоизолировался в своем кабинете, где созданы все условия для дистанционной работы, управления и телемедицинских консультаций, что позволило ему удаленно участвовать в обходах и максимально сохранить включенность в работу. Его примеру последовал затем главный врач Станции скорой медицинской помощи имени А. С. Пучкова Николай Плавун, другие коллеги.

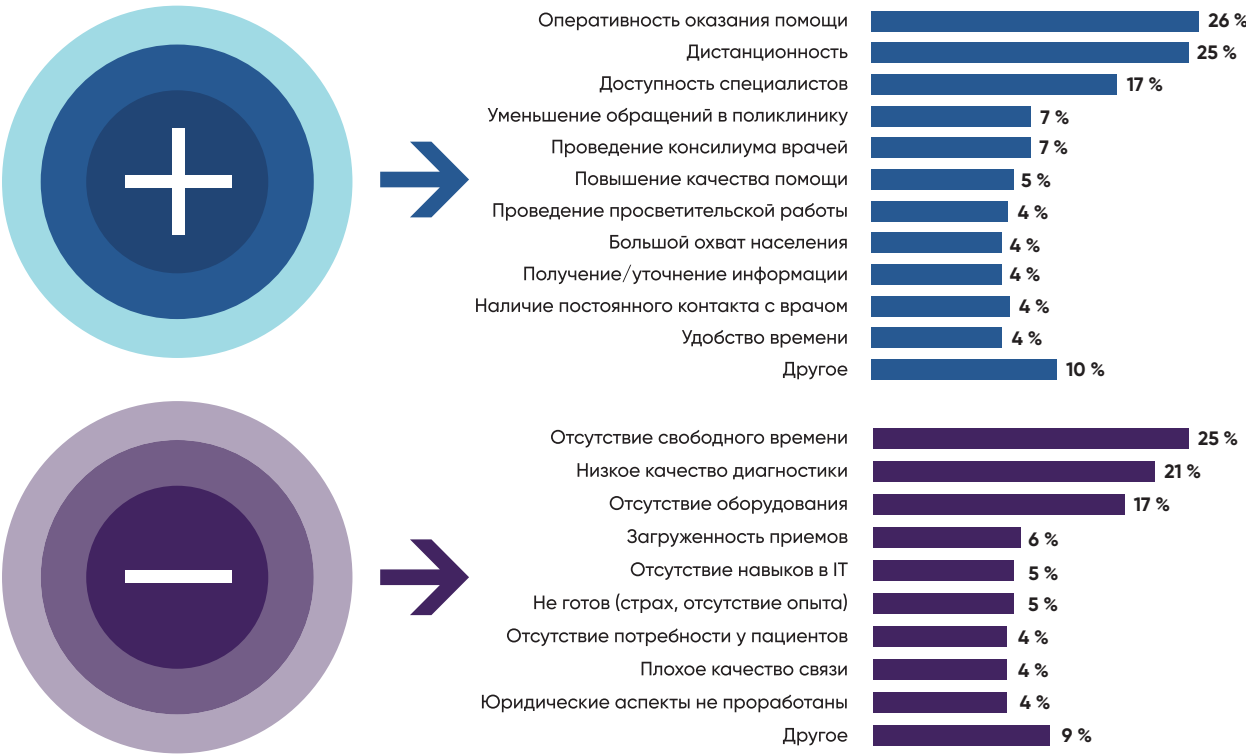
ДОПОЛНИТЕЛЬНО

В октябре 2019 года НИИОЗММ ДЗМ провел анкетирование 304 врачей и 297 пациентов семи клиник: их опросили о введении в московском здравоохранении технологий телемедицины.

ТЕЛЕМЕДИЦИНА: КОМУ НУЖНЫ УСЛУГИ И КАКИЕ? (ПО МНЕНИЮ ВРАЧЕЙ)

Группы пациентов	Услуги
 Родители детей до 3 лет	→ Консультации по питанию, уходу
 Молодые люди (18–35 лет)	→ Просветительская работа по ЗОЖ
 Средний возраст (36–59 лет)	→ Интерпретация результатов обследований и анализов, консультации узких специалистов, просветительская работа по ЗОЖ
 Пожилые (60+)	→ Выписка рецептов, дистанционное наблюдение
 Пациенты с онкологическими или хроническими заболеваниями	→ Консультации узких специалистов, дистанционное наблюдение, контроль и коррекция терапии
 Маломобильные, патронажные пациенты	→ Дистанционное наблюдение, консультации узких специалистов, консультации по уходу, выписка рецептов
 Инвалиды	→ Выписка рецептов
 Любая группа пациентов без ограничения по возрасту, состоянию здоровья	→ Контроль и коррекция терапии, интерпретация результатов обследований/анализов, рекомендации по лечению
 Пациенты из отдаленных регионов (вне Москвы)	→ Консультации узких специалистов
 Пациенты со сложным клиническим случаем	→ Врачебный консилиум
 Пациенты, пережившие травмы, инсульты, оперативное вмешательство	→ Просветительская работа по ЗОЖ, дистанционное наблюдение
 Пациенты из группы риска онкологии, сахарного диабета	→ Просветительская работа по ЗОЖ

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ (ПО МНЕНИЮ ВРАЧЕЙ)



ТЕЛЕМЕДИЦИНА: К КОМУ ОБРАЩАТЬСЯ, КАК И ЗАЧЕМ? (МНЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ)



ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Виртуальная реальность (VR) становится значимым направлением в индустрии здравоохранения. Согласно отчету компании Global Industry Analysts, рынок виртуальной реальности в медицине составит до \$3,8 млрд к 2020 году. Другое исследование компании Grand View Research предсказывает, что к 2025 году этот рынок вырастет до колоссальных 5,1 млрд долларов.

Виртуальная реальность характеризуется как совокупность технологий, которые позволяют людям эффективно взаимодействовать с 3D-компьютеризированными базами данных и изображениями в режиме реального времени с использованием собственных естественных чувств и навыков. Эта технология обещает революционизировать индустрию здравоохранения, причем ее применение варьируется от обучения медицинских работников до диагностики и лечения различных заболеваний.

На сегодняшний день можно выделить три основных направления развития технологии виртуальной реальности в системе здравоохранения:

- Медицинская реабилитация (включая психотерапевтическую);
- Обучение с помощью симуляционных технологий;
- Обезболивание.

В медицине используются технологии виртуальной и дополненной реальности. Принципиальное различие между ними состоит в следующем: виртуальная реальность погружает пользователя в абсолютно иной, отличный от окружающего мир, требует использования специального шлема/очков VR, чаще используется для обучения, психотерапевтической помощи (лечение фобий, посттравматического синдрома и т. д.), обезболивания, дополненная реальность активно применяется в качестве дополнения к кинезиотерапии и не требует ношения шлема или очков, с помощью оборудования одна из поверхностей помещения (стена, пол) визуально трансформируются (например, в воду), требуя соответствующих движений от пациента в результате интерактивного взаимодействия. Сеанс проводится под наблюдением специалиста. Очевидно, что с развитием технологий сфера применения виртуальной и дополненной реальности в медицине будет расширяться.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

В 1965 году кинематографист Мортон Хейлиг создал устройство Sensorama, первую машину виртуальной реальности. Это была большая камера для демонстрации кинофильмов, в которой могло поместиться до четырех человек одновременно. Он объединил несколько технологий для стимуляции всех органов чувств: полноцветное 3D-видео, аудио, вибрации, запахи и атмосферные эффекты, такие как ветер.

Первая гарнитура виртуальной реальности VR «head-mounted display», подключенная к компьютеру, была изобретена ученым Иваном Сазерлендом в Университете Юты (США). В 1965 году исследователь описал лежащую в основе концепцию устройства, а готовый прибор появился в 1968 году.

Термин «виртуальная реальность» был популяризирован в 1980-х гг. ученым и инженером Джароном Ланье, работавшим в компании Atari. В 1982 году компания Atari основала лабораторию, посвященную исследованию технологий виртуальной реальности. Эта лаборатория являлась своего рода трамплином в карьере некоторых пионеров виртуальной реальности, включая Джарона Ланье.

Десять лет спустя виртуальная реальность начала использоваться для обучения и моделирования в Вооруженных силах США и Национальном управлении по авиации и исследованию космического пространства (НАСА). Массовое производство VR-систем началось в начале 1990-х годов компаний Virtuality. В 1991 году в продаже появилась система Virtuality 1000CS, которая значительно повлияла на развитие устройств виртуальной реальности и VR-контента.

Современные VR-устройства появились в 2010 году с появлением прототипа Oculus Rift, подключенного к ПК. В течение 2014–2017 гг. рынок VR-устройств прошел путь от ПК-зависимой гарнитуры (HTC Vive и др.) к консоль-привязанной гарнитуре (Sony и др.) и мобильно-привязанным гарнитурам (например, Samsung GearVR и Google Cardboard). Независимые гарнитуры (например, Oculus Go, Lenovo Mirage Solo и HTC Vive Focus) появились в 2018 году, что сделало VR независимой платформой.

Первая виртуальная система в медицине была внедрена в США в 1965 году профессором Робертом Манном в формате новой учебной среды для врачей-ортопедов. В конце 1980-х годов головной дисплей (HMD) был представлен в качестве носимого устройства для визуализации виртуальной реальности в медицине. Первое медицинское применение устройств виртуальной реальности началось в начале 1990-х годов из-за необходимости медицинского персонала визуализировать сложные медицинские данные, особенно во время операций и для их планирования.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

В Москве в рамках территориальной программы госгарантий медицинская реабилитация после перенесенного инсульта и черепно-мозговой травмы при нарушении двигательных и когнитивных функций со сроком давности не более одного года и оценкой функциональных нарушений по модифицированной шкале Рэнкина 3-й степени включает восстановительное лечение с применением комплекса мероприятий в комбинации с виртуальной реальностью.

В частности, подобная практика существует в филиале № 3 Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ.

«Применение технологий виртуальной реальности в реабилитации после инсульта направлено на полное или частичное восстановление движения пациентов, функции равновесия и координации, ловкости в пораженных конечностях, а также навыков самообслуживания. Применение новой методики позволяет повысить эффективность тренировок благодаря обратной сенсорной связи и индивидуальному подходу. Для каждого пациента создается собственное виртуальное пространство в соответствии с его двигательными возможностями, а сами тренировки проводятся в среде, приближенной к реальным условиям», – говорит Ирэна Погонченкова, главный специалист по медицинской реабилитации и санаторно-курортному лечению Москвы, директор Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины.



В основе методики лежит принцип биологической обратной связи – система в режиме реального времени осуществляет непрерывное мониторирование физиологических показателей организма и помогает восстановить навык управления двигательной активностью. В программу включен модуль с использованием игрового контролера.

Исследования показали, что объем движений пациента увеличивается на 30 % при терапии с помощью виртуальной реальности по сравнению со стандартной кинезиотерапией. Это можно объяснить

- вовлеченностью в виртуальную иллюзию и исключением отвлекающих факторов,
- игровым компонентом, который имеет ценность в любом возрасте,
- отсутствием/снижением страха неудачи, в том числе вследствие переключения внимания,
- расслабленностью (виртуальная реальность переносит пациента в умиротворяющее окружение с соответствующими звуковыми эффектами),
- эффективностью систем биологической обратной связи.

В методических рекомендациях «Лечение и реабилитация детей со спастическими формами церебрального паралича» в составе механотерапии также описывается эффективность сочетания ЛФК с занятиями на специализированных аппаратах, в том числе и интерактивной системы виртуальной реальности (например, система Nirvana).

Исследование применения компьютерной виртуальной реальности в комплексной реабилитации детей с манипулятивными нарушениями в руках показало улучшение манипулятивной функции рук с увеличением объема супинации более чем на 15° (отмечено в 71,4 % случаев), что в 2,2 раза выше по сравнению с контрольной группой, где в реабилитационную программу использование средств виртуальной реальности не входило.

Виртуальная реальность помогает тренировать навыки и врачам, в первую очередь хирургических специальностей, включая стоматологию. Симуляционные технологии уже стали рутинной. Сейчас постепенно идет процесс внедрения в симуляционное обучение и виртуальной реальности. Крупнейший в Москве медицинский симуляционный центр в Боткинской больнице построен по принципу виртуальной многопрофильной клиники (клиника лапароскопической хирургии, клиника роботической хирургии, урологии, гинекологии, травматологии, нейрохирургии и др.). Дополненная реальность, тренажеры с виртуальной реальностью и тактильной обратной связью позволяют моделировать различные клинические сценарии развития событий для лечения того или иного виртуального пациента.

Московские ученые участвовали в международном исследовании эффективности применения виртуальной реальности при обезболивании, например, во время процедуры перевязки ожоговых больных. Результат исследования показал, что болевые ощущения снижаются на 30–50 %, что сопоставимо с воздействием обезболивающих лекарственных препаратов. Для пациентов с ожогами была создана игра в виртуальной реальности Snow World, доказавшая эффективность. Бесспорным плюсом применения виртуальной реальности в качестве обезболивающего средства является отсутствие побочных эффектов и противопоказаний за исключением серьезных нарушений зрения. Рассматривалось ее применение для обезбоживания в стоматологии, урологии, в некоторых ситуациях в травматологии у детей и подростков. Эффективность использования виртуальной реальности была продемонстрирована в лечении некоторых фобий и посттравматических стрессовых расстройств (А. Б. Данилов «Виртуальная реальность – метод лечения боли и аффективных нарушений»).

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

По оценкам компании MarketsandMarkets™, глобальный рынок технологий на базе искусственного интеллекта на рынке здравоохранения вырастет с \$4,9 млрд в 2020 году до \$45,2 млрд к 2026 году, демонстрируя рост в среднем на 44,9 % в год в течение прогнозируемого периода.

Искусственный интеллект (ИИ) – комплекс технологических решений, позволяющий имитировать когнитивные функции человека (включая самообучение и поиск решений без заранее заданного алгоритма) и получать при выполнении конкретных задач результаты, сопоставимые, как минимум, с результатами интеллектуальной деятельности человека. Комплекс технологических решений включает в себя информационно-коммуникационную инфраструктуру, программное обеспечение (в том числе в котором используются методы машинного обучения), процессы и сервисы по обработке данных и поиску решений.

Искусственный интеллект в здравоохранении – это использование алгоритмов и программного обеспечения для имитации человеческого познания в анализе, интерпретации и понимании обширных и сложных медицинских данных. В частности, ИИ – это способность компьютерных алгоритмов формировать выводы без непосредственного участия человека. Направление медицины и здравоохранения уже сегодня считается одним из стратегических и наиболее перспективных с точки зрения эффективного внедрения ИИ. Использование ИИ может массово повысить точность диагностики, облегчить жизнь пациентам с различными заболеваниями, повысить скорость разработки и выпуска новых лекарств и т. д.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Термин «искусственный интеллект» впервые был описан в Массачусетском технологическом институте (США) Джоном Маккарти в 1956 году как сфера науки и технологии создания интеллектуальных машин.

Также считается, что фундамент развития как современных компьютеров, так и искусственного интеллекта заложил английский математик Алан Тьюринг. Разработанный им в 1950 году «Тест Тьюринга» был основан на факте, что интеллектуальное поведение компьютера – это способность достигать производительности человеческого уровня в задачах, связанных с познанием.

Исследования в 1960–1970-х гг., проведенные в Стэнфордском университете (США), привели к созданию первой экспертной системы, известной как Dendral, для применения в органической химии, система послужила основой для последующей системы MYCIN, которая считается одним из наиболее значительных ранних применений искусственного интеллекта в медицине. MYCIN – не аббревиатура, это распространенный суффикс «-мицин» в составе антибиотика. Эта одна из первых систем искусственного интеллекта в медицине на основе 600 правил определяла возбудителя бактериемии или менингита и подбирала антибиотикотерапию. Причем процент верных решений был выше, чем у экспертов.

В 1980-х и 1990-х годах наблюдался всплеск интереса к искусственному интеллекту. Методы искусственного интеллекта, такие как нечеткие экспертные системы, байесовские сети, искусственные нейронные сети и гибридные интеллектуальные системы, использовались в различных клинических условиях в здравоохранении.

В 2016 году наибольший объем инвестиций в исследования ИИ пришелся на медицинские приложения по сравнению с другими секторами.

Сегодня для развития ИИ в медицине сложились максимально благоприятные условия:

- Улучшение вычислительной мощности, приводящее к более быстрому сбору и обработке данных;
- Рост баз данных геномного секвенирования;
- Широкое внедрение электронных систем медицинской документации;
- Улучшения в обработке естественного языка и компьютерном зрении, позволяющие машинам воспроизводить человеческие перцептивные процессы;
- Совершенствование методов углубленного изучения и регистрации данных по редким заболеваниям.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

В настоящий момент Департамент здравоохранения города Москвы совместно с Научно-практическим центром диагностики и телемедицины проводит научное исследование на базе нескольких медицинских учреждений ДЗМ в целях оценки возможности использования различных сервисов на основе компьютерного зрения и искусственного интеллекта для анализа изображений, полученных при проведении диагностических и профилактических процедур по компьютерной томографии (КТ), рентгенографии, маммографии, флюорографии.

В НПЦДиТ проходит эксперимент по использованию инновационных технологий в области компьютерного зрения для анализа медицинских изображений и дальнейшего применения в системе здравоохранения города Москвы. Программы искусственного интеллекта работают на базе Единого радиологического информационного сервиса (ЕРИС), к нему подключены все аппараты московских поликлиники и стационаров. В настоящее время в ЕРИС исследуются 3 направления: выявление признаков COVID-19 по КТ, выявление рака легкого по КТ, выявление патологий легких по рентгенографии – и работают 4 системы ИИ. Проанализировано на 12 июля 139 933 исследования. В оценке сервисов компьютерного зрения (ИИ) участвуют 343 врача экспертного уровня.

«Мы делаем первые шаги в применении искусственного интеллекта в диагностике по изображению, в частности тестируем несколько сервисов в области лучевой диагностики. В базе данных ЕРИС сегодня накоплено более 3,5 миллионов изображений», – говорит руководитель Департамента здравоохранения города Москвы Алексей Хрипун.

Как уже упоминалось, технологии ИИ активно используются в Москве для диагностики коронавируса в Едином медицинском референс-центре лучевой диагностики. Загружая КТ-снимок на рабочем компьютере, врач видит предварительное заключение, выполненное с помощью технологий искусственного интеллекта. Исследование с признаками пневмонии выделено красным цветом, а непосредственно на изображении легких отмечены зоны возможного поражения.

«Компьютерная томография и рентгенография представляют собой важнейшие методы, входящие в состав комплексной диагностики COVID-19. Специалисты видят на снимках индивидуальные особенности вирусных поражений и сверяют их с критериями степени тяжести. При этом важно объективно оценить динамику – именно в этом и может помочь искусственный интеллект. Другая важная задача для алгоритмов компьютерного зрения – поддержка принятия решений при дифференциальной диагностике», – поясняет главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике ДЗМ и Минздрава РФ по ЦФО, директор Центра диагностики и телемедицины, профессор Сергей Морозов.

Машинная обработка снимка занимает около 5 минут. Точность результата более 90 %. Но окончательный диагноз в любом случае ставит врач. Сервис окажет помощь врачам, сильно загруженным работой в условиях эпидемии. Искусственный интеллект не знает усталости и поможет снизить риск ошибочных выводов. Использование системы компьютерного зрения позволяет обрабатывать огромное количество снимков.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ ХИРУРГИЯ

По данным researchandmarkets.com, мировой рынок хирургических роботов составит в 2020 году \$6,7 млрд и достигнет \$11,8 млрд к 2025 году при среднегодовом темпе роста в 12,1 %. Основными игроками на рынке являются Intuitive Surgical (США), Stryker (США), Mazor Robotics (США), Smith & Nephew (Великобритания), Hansen Medical (США), Medrobotics (США), TransEnterix (США), Medtech (Франция), Renishaw (Великобритания) и THINK Surgical (США).

Роботизированная хирургия позволяет выполнять операции с непревзойденной точностью, о которой ранее можно было только мечтать, минимальными разрезами, минимальной кровопотерей и, как следствие, минимальным риском осложнений, связанных с оперативным вмешательством.

Использование роботизации в хирургии позволяет использовать два метода управления хирургическими инструментами:

- **полуавтоматический** – непосредственное управление хирургом дистанционным телеманипулятором для выполнения движений, связанных с операцией. От хирурга не требуется входить в непосредственный контакт с оперируемым, что открывает возможности к дистанционному проведению операций;
- **автоматический** – проведение массовых типовых операций полностью под управлением робота.

Роботизированные и компьютерные технологии позволяют выполнять большие реконструктивные нейро-ортопедические операции и микрохирургические операции. Робот-ассистированная хирургия приобретает все большую популярность, затрагивая все больше профилей, включая урологию, гинекологию, гастроэнтерологию, онкологию, кардиологию, реконструктивную хирургию и др.

Сама по себе робот-ассистированная операция имеет большую длительность по сравнению с традиционной лапароскопией, однако с учетом существенного снижения рисков осложнений, сокращения сроков послеоперационной реабилитации это вряд ли можно считать минусом.

Робот-ассистированное оперативное лечение проводится по показаниям в рамках госгарантий.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Первым роботом для оказания помощи в хирургии стал Артробот, который был разработан и впервые использован в Ванкувере (Канада) в 1985 году. Этот робот помогал манипулировать и позиционировать ногу пациента по голосовой команде.

В 1985 году в США робот Unimation Puma 200 был использован для ориентации иглы для биопсии головного мозга под контролем компьютерной томографии во время неврологической процедуры. В конце 1980-х годов Имперский колледж в Лондоне разработал PROBOT, который затем использовался для выполнения операций на предстательной железе. Достоинствами этого робота были его небольшие размеры, точность и отсутствие усталости. В 1992 году был представлен ROBODOC, который произвел революцию в ортопедической хирургии, оказав помощь в операциях по замене тазобедренного сустава.

Дальнейшее развитие роботизированных систем было осуществлено компанией SRI International и Intuitive Surgical с внедрением хирургической системы da Vinci, а также компанией Computer Motion с роботизированными хирургическими системами AESOP и ZEUS.

С 2007 года робот-ассистированные операции начали осуществляться и в России, в Москве.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

Системами робот-хирург da Vinci оснащены четыре медицинские организации ДЗМ: Боткинская больница, ГКБ им. С. И. Спасокукоцкого, ГКБ № 31 и МКНЦ им. А. С. Логинова, где практикуются робот-ассистированные операции по разным направлениям. Например, в ГКБ им. С. И. Спасокукоцкого Университетская урологическая клиника располагает двумя системами da Vinci, и из 500 ежегодных простатэктомий большая часть проводится с помощью робота. Главным внештатным специалистом урологом ДЗМ и Минздрава России, академиком Дмитрием Пушкарем разработан обучающий курс по проведению робот-ассистированных операций.

«Робот “Да Винчи” является самым современным в мире хирургическим инструментом, который позволяет выполнить операцию в совершенно другом качестве, на другом уровне. В урологии он незаменим для больных, страдающих раком предстательной железы. Операция при раке простаты сопровождается массивной кровопотерей. После хирургического вмешательства у пациента могут развиваться недержание мочи и эректильная дисфункция. Если используется “Да Винчи” – вероятность этого существенно меньше. Вмешательство пройдет с минимальными потерей крови и ущербом для нервных окончаний. У робота есть четыре “руки” для проведения операций. В трех расположены хирургические инструменты, в четвертой – 3D-камера. Хирург управляет этими инструментами при помощи двух джойстиков и четырех педалей. За происходящим он наблюдает через монитор с 10–15-кратно увеличенным трехмерным изображением. Фактически обеспечивается идеальная видимость и возможность сверхточных манипуляций», – говорит Дмитрий Пушкарь.

В ГКБ № 31 ежегодно проводится более 200 робот-ассистированных операций по различным направлениям: урология (лечение рака предстательной железы, почки, мочевого пузыря, гидронефроза), гинекология (лечение миомы матки, рака матки, шейки матки, яичников, пролапса тазовых органов), абдоминальная хирургия (лечение рака печени, желудка, тонкой кишки, поджелудочной железы, селезенки, дивертикулита пищевода, холецистита), колоректальная хирургия (рак толстой кишки, прямой кишки).

В Боткинской больнице количество высокотехнологичных роботических вмешательств увеличилось в четыре раза – с 128 в 2016 году до 503 в 2019 году (в ведущих европейских клиниках в среднем в год выполняется 250–300 операций). За этот период с помощью хирургической системы «Да Винчи» здесь проведено 1243 робот-ассистированные операции – прежде всего в области урологии, онкоурологии, хирургии печени и поджелудочной железы. Одна из установок «Да Винчи» в Боткинской больнице располагается в симуляционном центре для обучения специалистов.

В МКНЦ им. А. С. Логинова более 80 % операций выполняются лапароскопическим способом или с помощью робота da Vinci. Робот-ассистированное оперативное лечение осуществляется по направлениям: абдоминальная хирургия (гепатэктомия, операция Фрея, резекция желчного пузыря), гинекология (аднексэктомия, гистерэктомия, лимфаденэктомия, миомэктомия, резекция эндометриоза, резекция яичников, сакрокольпопексия, тубо-тубарный анастомоз), колоректальная хирургия (гемиколэктомия, колэктомия, резекция прямой кишки, субтотальная резекция прямой кишки), урология (адреналэктомия, нефрэктомия, пластика ЛМС, пластика мочеточника, резекция мочевого пузыря, резекция почки, цистэктомия).

Операции с использованием робота da Vinci проводят врачи, прошедшие специальное обучение и получившие подтверждающий сертификат от компании – производителя робота Intuitive. Всех сертифицированных хирургов клиники вносят в международную базу специалистов, оперирующих на da Vinci.

3D-ВИЗУАЛИЗАЦИЯ И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ

Ожидается, что глобальный рынок медицинских устройств 3D-визуализации будет расти совокупными годовыми темпами на 5,9 % ежегодно и к 2026 году достигнет \$20,8 млрд.

Крупные игроки отрасли, работающие на глобальном рынке 3D-визуализации, представлены компаниями: Hologic, Philips Healthcare, Siemens Healthineers, Carestream Health, GE Healthcare, Hitachi Medical Corporation, Intrasure, Materialise.

Медицинская визуализация в 3D произвела революцию как в радиологической диагностике, так и в хирургическом планировании. 3D-реконструкции обеспечивают реалистичные представления, которые помогают быстро проанализировать взаимосвязь между анатомическими структурами для планирования хирургических процедур до и внутри операционной. Преимущества включают в себя сокращение времени исследования в операционной, меньшее повреждение здоровых тканей и более низкий риск осложнений для пациента.

Эта технология позволила медицинским работникам получить доступ к новым ракурсам, разрешениям и деталям, обеспечить лучший анатомический обзор при одновременном снижении времени облучения для пациентов. Медицинская 3D-визуализация обеспечивает улучшенные изображения кровеносных сосудов и лучшие изображения костей.

Рост мирового рынка медицинской 3D-визуализации стимулируется распространенностью хронических заболеваний, увеличением удельного веса пожилого населения, спросом на минимально инвазивные процедуры и обеспечением лучшего качества изображения.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Американский ученый, один из пионеров разработки Интернета Айвен Сазерленд, будучи аспирантом Университета Юты, в 1963 году изобрел и разработал первое программное обеспечение для 3D-моделирования. Sketchpad стал первой программой для трехмерного моделирования простых объектов, таких как кубы или призмы, доступной для персонального компьютера.

В 1975 году в США ученый Университета Джорджтауна Роберт Ледли впервые получил 3D-визуализацию анатомических структур с компьютерного томографа. В 1980 году компьютерный томограф компании General Electric впервые был оснащен программным обеспечением с функцией 3D-моделирования.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

Лапароскопические операции во многих московских больницах (ГКБ № 17, ГКБ им. С. С. Юдина, Боткинская больница, МКНЦ им. А. С. Логинова и многих других) проводятся на специальном 3D-оборудовании. Это означает, что при проведении лапароскопического вмешательства на мониторе лапароскопической стойки хирург видит увеличенное трехмерное изображение оперируемой зоны, что дает более полную картину и позволяет избежать лишних действий и ненужных травм. 3D-визуализация предусмотрена и при работе на аппарате da Vinci.

Подготовка к сложным, нестандартным операциям все чаще и чаще в московской практике включает 3D-моделирование, когда на основе персональных данных пациента создается трехмерная модель зоны патологии, предварительный анализ позволяет провести вмешательство максимально успешно.

«Существует специальная программа, в которую импортируются данные компьютерной томографии с контрастным усилением. Можно внести результаты всех исследований, которые есть. Программа их обрабатывает и рассчитывает параметры для реконструкции. Чтобы сделать модель, не нужны специальные медицинские 3D-принтеры, достаточно промышленных. На изготовление уходит примерно 6–8 часов», – говорит заведующий отделением торакальной хирургии Морозовской ДГКБ Олег Топилин.

Например, с помощью такой 3D-модели врачам Морозовской ДГКБ удалось спасти ребенка с редкой патологией. Трехлетний ребенок поступил с жалобами на одышку при физической нагрузке и частые обструктивные бронхиты – до 5 раз в год. Еще внутриутробно у ребенка диагностировали диафрагмальную грыжу, в связи с чем малыш уже перенес одну операцию – пластику диафрагмы. Врачи выявили у ребенка аномалию расположения аорты, сужение левого главного бронха и вздутие левого легкого. Родители консультировались, в том числе и в зарубежных клиниках, – по всем показаниям было рекомендовано удаление левого легкого. В Морозовской больнице на основании данных компьютерной томографии выполнили компьютерную 3D-модель области с патологией. После реконструкции сосудистых и легочных структур врачи предположили, что сужение левого главного бронха может вызывать редкая патология – между аортой и легочной артерией имеется сосудистая аномалия, которая сдавливает один из бронхов. Было принято решение о проведении оперативно-вмешательства. Используя 3D-модель, был составлен план операции, для которой была собрана мультидисциплинарная бригада торакальных хирургов и кардиохирургов Морозовской больницы. В ходе оперативного вмешательства была обнаружена артериальная связка толщиной 8 миллиметров между дугой аорты и легочной артерией, которая и оказывала давление на бронх. Врачи провели рассечение связки и устранили компрессию. На четвертые сутки после операции малыш был переведен в отделение торакальной хирургии, а на восьмые – выписан. Спустя месяц после операции контрольные исследования показали полную проходимость бронха и свободное дыхание во все отделы легкого без одышки. Врачам удалось избавить маленького пациента от тяжелого порока и сохранить легкое малышу.

Предоперационное 3D-моделирование применяется при оперативном лечении позвоночника в ГКБ № 67 им. Л. А. Ворохобова, в челюстно-лицевой хирургии в ГКБ им. Ф. И. Иноземцева, в урологической клинике ГКБ им. С. И. Спасокукоцкого.

«На 3D-модели видно, как опухоли почек прорастают в сосуды, в мочеточник, в каком сегменте почки расположена опухоль, как прилежит к почке. Можно рассмотреть, как лежит камень в мочеточнике, а не просто его размер», – поясняет заведующий отделением рентгеновской диагностики и томографии ГКБ № 50 им. С. И. Спасокукоцкого Юнус Гильфанов.

В лучевой диагностике 3D-моделирование играет важную роль. Например, в НПЦ диагностики и телемедицины функционирует отдел разработки средств медицинской визуализации, где по собственной оригинальной методике создаются фантомы – искусственные модели, схожие с тканями и органами человека. Особенности имеет изготовление фантомов именно для УЗИ, например для выявления аневризм крупных кровеносных сосудов.

«Разработка фантома именно для УЗИ с помощью 3D-печати представляет значительную трудность, потому что его нельзя просто напечатать: ультразвук полностью затухает в слоях пластика. Требуется мягкий материал. И мы придумали решение, при котором печатаются только литьевые формы: наружная часть литьевой формы аневризмы – из PLA-пластика, внутренняя – из PVA-пластика, который растворяется в воде. Промежуток заполняют жидким силиконом, после его застывания внутреннюю деталь вымывают водой. Полученную деталь помещают в корпус, также напечатанный на 3D-принтере. Изделие заполняют водой или тканеимитирующим материалом, а контур аневризмы подключают к водяному насосу. После всех вышеизложенных действий объект исследуют с помощью УЗИ. Еще одно возможное решение – полностью заливать водорастворимый пластик силиконом, в этом случае отливается фантом органа целиком», – объясняет научный сотрудник отдела разработки средств медицинской визуализации Денис Леонов.

В лучевой терапии при лечении онкологических заболеваний в системе ДЗМ предварительное 3D-4D-моделирование, объемная визуализация мишени является обязательным этапом. Технология позволяет оптимально использовать лучевую терапию и достигать максимально возможного эффекта при минимальной возможной лучевой нагрузке.

3D-ПЕЧАТЬ И 3D-ПЕЧАТНЫЕ ОРТЕЗЫ

Глобальный рынок 3D-печати в здравоохранении оценивался в \$973 млн в 2018 году и, по прогнозам, достигнет \$3,692 млн к 2026 году, увеличиваясь в среднем ежегодно на 18,2 %. Ключевые игроки рынка: 3D Systems Corporation, Exone, Formlabs, GE, Materialise NV, Oxford Performance Materials, Inc; Organovo Holdings, Inc.; Proto Labs, SLM Solutions Group AG, Stratasys Ltd.

3D-принтеры быстро стали одной из самых популярных новинок на медицинском рынке. Примеры фактического и потенциального использования 3D-печати в медицине включают в себя:

- индивидуальные протезы и имплантаты;
- анатомические модели для хирургического планирования и обучения;
- фармацевтические исследования, включая новые лекарственные формы;
- изготовление тканей и органов;
- персонализированные медицинские изделия и оборудование.

Первым шагом в массовом освоении технологии в медицине стало 3D-моделирование, описанное выше, а также создание имплантатов и даже суставов. Неоспоримый плюс протезов, изготовленных с помощью трехмерной печати, заключается в том, что они полностью выполнены по индивидуальному заказу и соответствуют индивидуальным измерениям с предельной точностью. Это обеспечивает беспрецедентный уровень комфорта и мобильности.

Использование принтеров позволяет создавать как долговечные, так и растворимые предметы.

3D-ортезы – современные фиксирующие устройства, изготовленные методом 3D-печати из биосовместимых и экологически чистых материалов. Они заняли достойное место на рынке решений для лечения заболеваний и травм костей и суставов. Пластиковые фиксаторы имеют целый ряд преимуществ перед традиционным гипсом: они не боятся влаги, позволяют коже дышать и более гигиеничны. Сканирование же позволяет печатать ортезы, идеально повторяющие обводы поврежденной конечности.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

История 3D-печати началась в 1984 году в США, когда изобретатель Чарльз Халл запатентовал процесс «стереолитографии», при котором твердые объекты создаются путем печати последовательных слоев материала и воспроизводят форму, смоделированную на компьютере.

Ключевыми свойствами 3D-аддитивного производства, в отличие от субтрактивного (при котором 3D-объекты создаются путем резки), были скорость и максимальная точность.

3D-печать впервые была использована в медицинских целях для производства зубных имплантатов в 1990-х годах. В 2008 году ученые смогли изготовить первый 3D-протез ноги. В 2012 году в Голландии была напечатана 3D-челюсть.

3D-печать тканей и органов для трансплантации, изготовленных из клеток человека, – биопринтинг – начала разрабатываться и применяться в 1990-е годы. В первую очередь это была кожа, нервные ткани, солидные органы (например, печень). Пионером биоинженерии и развития этого направления считается Энтони Аттала (США). В 2006 году впервые в истории ему и его команде удалось создать полый орган – мочевой пузырь, который был успешно трансплантирован человеку. Материалом послужили клетки самого реципиента. На сегодняшний день массовый биопринтинг остается перспективной задачей будущего.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

Московские городские травмпункты начинают предлагать пациентам высокотехнологичную замену гипсу – 3D-печатные ортезы компании «Здравпринт» из группы «ТехноСпарк» (входит в инвестсеть Фонда инфраструктурных и образовательных программ группы «Роснано»). Разработчики создали технологию автоматизированного построения модели ортеза по фотографии поврежденной конечности. В частности, ортезы доступны в Городской клинической больнице № 4, а также в новом травмпункте Центра травматологии и ортопедии Городской клинической больницы № 67 им. Л. А. Ворохобова. При этом консультация врача, в том числе при наложении ортеза, в отличие от коммерческих клиник, оплачивается по ОМС.

«Создаваемые нашими специалистами изделия подходят 90 % пациентов. Для сложных случаев, например, когда единым ортезом надо зафиксировать сразу три пальца, есть возможность напечатать образец по индивидуальному заказу», – поясняет генеральный директор компании «Здравпринт» Александр Косарев.

Заготовки для такого рода продукции уже несколько лет использует Российский онкологический научный центр им. Н. Н. Блохина. В этом медцентре ортезы применяют для послеоперационной реабилитации.

В отличие от гипса 3D-печатные ортезы имеют малый вес и объем, просты в установлении, изготавливаются из биосовместимого полимерного материала. За счет сетчатой структуры они обеспечивают вентиляцию кожных покровов, что исключает появление зуда, аллергических реакций и пролежней. Кроме того, за счет их влагостойкости пациент сохраняет мобильность – может принимать душ, плавать в бассейне, отдыхать на море. Ортез можно временно снимать для проведения физиотерапии или гигиенических процедур.

В Московском городском центре эндопротезирования костей и суставов Боткинской больницы активно используется 3D-печать также для изготовления эндопротезов. На сегодняшний день таких центров в стране всего 3. В настоящее время в Центре эндопротезирования ежегодно выполняется более 1000 эндопротезирований тазобедренного сустава, около 700 операций по эндопротезированию коленного сустава. Но далеко не каждая операция требует использования эндопротеза, созданного с помощью 3D-печати.

«3D-технологии не нужно внедрять повсеместно в каждую клинику, скорее должен быть единый центр. Сейчас развивается пилотный проект на базе Боткинской больницы, связанный именно с 3D-технологиями, – он инициирован Департаментом здравоохранения на базе нашего центра эндопротезирования. В нем участвуют не только травматологи, но и нейрохирурги, челюстно-лицевые хирурги с их патологиями. В рамках проекта будет оказана помощь тяжелым пациентам с применением 3D-технологий. Кроме непосредственно лечения, это необходимо для планирования и оценки эффективности данных методов в медицине. Подобную инициативу поддержал и Департамент здравоохранения, и мэр Москвы. Параллельно с этим проектом идет работа над формированием медицинских стандартов по 3D-технологиям», – говорит руководитель Московского городского центра эндопротезирования костей и суставов при ГКБ им. С. П. Боткина, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ им. И. М. Сеченова Валерий Мурылев.

Источник: www.3dpulse.ru/news/intervyu/professor-vyumurylev-ispolzuya-3d-tehnologii-my-opiraemsya-na-mirovoi-opyt-i-standarty-endoprotezirovaniya/.

В центре проведен не один десяток сложных операций с использованием эндопротезов, созданных на 3D-принтере из титана и биосовместимых материалов, особенно востребован такой подход в сложных случаях ревизионной ортопедии.

ЭКЗОСКЕЛЕТ

Согласно докладу компании Grand View Research, Inc, ожидается, что к 2027 году объем мирового рынка экзоскелетов достигнет \$4,2 млрд, увеличиваясь в среднем ежегодно с 2019 года на 26,3 %.

Компании, которые, вероятно, сформируют контуры конкурентного ландшафта глобального рынка медицинских экзоскелетов, – это Wearable Robotics SRL, Hocoma AG, B-TEMIA Inc., Bionic Laboratories, Parker Hannifin, Interactive Motion Technologies, Inc. и DIH International.

Экзоскелет создан для реабилитации и социальной адаптации людей с нижней параплегией (нарушениями локомоторных функций нижних конечностей).

Экзореабилитация – непрерывный длительный процесс, сочетающий ходьбу в экзоскелете с другими реабилитационными методиками, который приводит к улучшению самочувствия пациентов, к частичному или даже полному восстановлению способности ходить. Для маломобильного пациента, например с ДЦП или травмой спинного мозга, экзоскелет может стать шансом для воссоздания двигательной активности.

Экзоскелет действительно напоминает скелет. Система электрических двигателей, пневматики, рычагов, гидравлики или комбинация технологий позволяют перемещать конечности человека с повышенной силой и выносливостью. Каркас с датчиками крепится к ногам, на ручках костылей – кнопки управления. За спиной – компьютер с системой управления и аккумуляторы, которых хватает не менее чем на четыре часа ходьбы. Но в зависимости от сочетания разных факторов (например, веса и роста пилота) экзоскелет может шагать до восьми часов без подзарядки.

В 2015 году начались клинические испытания отечественного экзоскелета ExoAtlet, разработанного одноименным сколковским стартапом. В 2016 году экзоскелет зарегистрирован в Росздравнадзоре как медицинское изделие. В 2019 году был представлен и детский экзоскелет.

«В отличие от аналогичных устройств, которые предназначены для взрослых, детские экзоскелеты имеют расширенный диапазон движения. Он обеспечивается восемью электроприводами, тогда как у “взрослых” аппаратов их всего четыре. Также они оборудованы функцией приставных шагов – это важное упражнение для развития детей с диагнозом ДЦП. Кроме того, есть отдельный привод на перекат стопы, чтобы ребенок мог ставить ногу на пятку, а потом перекатить ее на носок», – рассказывает сооснователь компании «ЭкзоАтлет» Екатерина Березий.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Самым ранним известным экзоскелет-подобным устройством был аппарат для помощи движению, разработанный в 1890 году русским инженером Николаем Ягном.

В 1960-х годах начали появляться первые настоящие «мобильные машины», интегрированные с человеческими движениями. В 1965 году компания General Electric (США) приступила к разработке Hardiman – экзоскелета, предназначенного для увеличения силы пользователя, позволяющего поднимать тяжелые предметы.

В медицине первые экзоскелеты были разработаны в конце 1960-х годов в Институте Михаила Пупина в Югославии с целью оказания помощи при ходьбе в реабилитации парализованных людей.

Потребовалось несколько десятилетий, чтобы технология эволюционировала, первые экзоскелеты вышли на рынок в начале XXI века. Одним из ранних примеров является реабилитационный экзоскелет походки Lokomat компании Hocoma (Швейцария), который был выпущен в 2001 году и используется в больницах и реабилитационных центрах по всему миру.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

Экзоскелетами ExoAtlet оснащены 8 московских реабилитационных центров.

В филиалах № 2 и № 3 Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины с их помощью реабилитацию проходят пациенты после инсульта, черепно-мозговых и травм конечностей, люди с болезнями и повреждениями головного и спинного мозга, периферических нервов, позвоночника и суставов.

В ГКБ им. Ф. И. Иноземцева экзореабилитация используется для пострадавших в технических авариях, катастрофах, взрывах, пожарах, террористических актах.

В ГКБ № 67 им. Л. А. Ворохобова этот вид реабилитации используется для пациентов после инсультов, при травмах и патологиях позвоночника, повреждениях опорно-двигательного аппарата, центральной и периферической нервной системы. В ГКБ им. В. М. Буянова тоже проходят реабилитацию пациенты с травмами.

Отделение реабилитации ГКБ № 1 имени Н. И. Пирогова использует экзореабилитацию также для восстановления после травмы позвоночника с повреждением спинного мозга в грудном или поясничном отделах с параплегией или параплезом. Реабилитация проходит на базе Регионального сосудистого центра в рамках полиса ОМС, проводится 10-дневный курс. В процессе экзореабилитации пациент становится пилотом, что обосновано, поскольку человек управляет сложным мобильным устройством.

«Пилота, вставшего на ноги с помощью аппарата, страхуют сзади. Обычно в передвижении по комнате помогают простые костыли, но есть и так называемые “умные” – ими управляют пилоты, которые стали увереннее стоять. Умный костыль через Bluetooth дает экзоскелету команды: сесть, встать, двигать ногой. В первый раз занятие с ним длится не более получаса, потом – до 45 минут», – рассказывает инструктор-методист Павел Гонюков.

Также экзореабилитация проводится в реабилитационных центрах, подведомственных Департаменту труда и социальной защиты населения города Москвы.

НЕЙРОЧАТ

По прогнозам компании Frost & Sullivan, сегмент здравоохранения занимает самую большую долю (52 %) на рынке нейрокомпьютерных интерфейсов и привлечет самый высокий спрос в ближайшие годы. Ожидается, что достижения в области протезирования и имплантируемой электроники дополнят разработки.

Нейрокомпьютерный интерфейс (называемый также «прямой нейронный интерфейс», «мозговой интерфейс», «интерфейс мозг–компьютер») – система, созданная для обмена информацией между мозгом и электронным устройством. «НейроЧат» – оригинальная отечественная разработка в этой сфере, предназначенная для людей с тяжелыми нарушениями речи и движений. Авторы – специалисты биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова.

Коммуникационная система «НейроЧат» создает возможность сетевого общения людей, не имеющих сегодня возможности говорить и двигаться, людей с такими диагнозами, как ДЦП, БАС, инсульт, рассеянный склероз, различными нейротравмами (ЧМТ, спинальные травмы и другие), с родными, медицинским персоналом, друзьями, всем миром. Система не имеет языковых барьеров, набираемые тексты переводятся онлайн на язык собеседника. Поэтому формируемая на основе «НейроЧат» социальная сеть изначально проектируется как международная.

Гарнитура регистрирует и преобразует мысленные усилия пользователя в определенные команды, например в ввод букв. Таким образом, с помощью мысленного выбора того или иного символа человек может буква за буквой набирать текст без голоса и движений.

Помимо общения с врачами и семьей путем вывода текста на экран компьютера пользователи при помощи «НейроЧата» получают возможность общаться с друзьями в социальной сети ВКонтакте и отправлять смс-сообщения. В ближайшее время запланировано подключение других социальных сетей и мессенджеров.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Основные исследования возможностей нейрокомпьютерного интерфейса начались в 1970-х годах в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе на средства гранта Национального научного фонда США, а затем по контракту с Управлением перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США. Профессор университета Жак Видаль впервые использовал термин «нейрокомпьютерный интерфейс» и сформулировал два ключевых вопроса: можно ли осуществить передачу информации в мозг при связи человека с компьютером и можно ли использовать данные об электрической активности мозга для управления различными механизмами.

Одним из первых ученых, создавших работающий интерфейс системы искусственного зрения, которая частично обеспечивала передачу в мозг зрительной информации для восстановления зрения, был частный исследователь Уильям Добелл. Устройство состояло из камеры, закрепленной на очках, блока обработки данных и связанных имплантационных электродов, вживленных в участок коры головного мозга, отвечающего за зрение.

В 2006 году профессором Университета Брауна (США) Джоном Донахью был имплантирован чип BrainGate в первичную моторную кору человека с полной тетраплегией после травмы позвоночника. Нейрокомпьютерный интерфейс позволил пациенту выполнять элементарные действия роботизированной рукой.

В настоящее время исследования в данной области растут чрезвычайно быстрыми темпами, о чем свидетельствует растущее количество рецензируемых публикаций в последние 10 лет. Обширные исследования проводятся для разработки устройств, которые помогают людям с ограниченными возможностями, особенно тем, кто страдает неврологическими и нервно-мышечными заболеваниями, такими как травмы спинного мозга, мозговые инсульты и боковой амиотрофический склероз, рассеянный склероз.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

«НейроЧат» работает уже в 60 клиниках страны, в том числе и в Москве: в Научно-исследовательском институте неотложной детской хирургии и травматологии ДЗМ, в реабилитационных центрах, подведомственных Департаменту труда и социальной защиты населения города Москвы, в МОНИКИ им. В. Ф. Владимирского, федеральных и региональных медицинских и научных организациях.

На голову надевается гарнитура, отдаленно напоминающая «шлем» для электроэнцефалографии, датчики которой расположены так, чтобы улавливать необходимые электрические сигналы мозга, и концентрация внимания на одной из букв на экране компьютера выводит именно ее в строку, в которой формируется текст.

Система может использоваться не только в качестве альтернативы привычному общению, но и как средство реабилитации. В 2020 году адаптированная версия «НейроЧата» была протестирована участниками программы «Московское долголетие». Адаптированная версия системы «НейроЧат» предлагает пользователю несколько игровых блоков, которые направлены на развитие памяти и аналитических способностей, увеличение скорости реакции мозга на внешние сигналы и повышение концентрации внимания. Она настроена так, что предлагаемое задание можно выполнить только при условии высокой концентрации внимания, что исключает работу впустую во время сеанса. И улучшение ряда когнитивных показателей заметно уже по итогам пяти сеансов.

«Мы ориентируемся на стимулирование мозговой деятельности в целях сохранения и улучшения когнитивных функций и профилактики “болезней старости”. Планируем вести апробацию в течение 2020 года, по результатам и отзывам подведем итоги и примем решение о дальнейших шагах. Наше желание – предоставлять пожилым людям возможность пользоваться системой бесплатно в рамках социальных проектов», – пояснила представитель компании «НейроЧат» Алеся Чичинкина.

ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА

По оценкам компании Market Research Future, глобальный рынок электронных медицинских записей с 2017 года ежегодно растет на 5,82 % и достигнет \$42,4 млрд к 2027 году. Ключевые компании в данном секторе в мире: MEDHOST, Computer Programs and Systems, Inc. (CPSI), InterSystems Corporation, Cantata Health LLC, Greenway Health LLC, Quality Systems Inc., Regulatory Scenario.

Единая электронная медкарта – это цифровой сервис, который московские врачи используют как альтернативу бумажным медкартам.

С 14 января 2020 года электронная медицинская карта (ЭМК) доступна не только медицинским сотрудникам, работающим в системе ЕМИАС, но и пациентам. Теперь история здоровья всегда под рукой.

В электронной медкарте содержится история визитов к врачам, результаты исследований и анализов, назначения – весь анамнез и сопутствующая медицинская информация.

Детские медкарты также доступны в электронном виде родителям детей до 15 лет. После 15 лет ребенок имеет личный доступ к карте.

В ЭМК зафиксированы протоколы осмотра в поликлиниках с 2017 года, а также результаты лабораторных и других исследований, проведенных начиная с 2019 года, выписные эпикризы стационаров.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Одни из самых ранних систем обработки и хранения медицинских сведений появились в середине 1960-х годов и были специально ориентированы на управление клиническими данными. В 1964 году разработка «проблемно-ориентированной медицинской карты» исследователем-физиологом Ларри Виидом в США повлекла за собой идею использования электронных методов записи информации о пациенте.

В 1970–1980-х годах ряд академических медицинских учреждений начали использовать электронные медицинские записи. Эти системы в основном существовали на больших ЭВМ, и их основной целью было упростить исследования и улучшить медицинское обслуживание. 1990-е годы определили контуры фундаментальных решений и приложений для электронных карт.

Сегодня поставщики медицинских услуг используют данные из электронных записей пациентов для улучшения качества результатов лечения с помощью собственных программ управления обслуживанием. Объединение нескольких типов клинических данных из медицинских карт системы помогает специалистам идентифицировать и стратифицировать хронически больных пациентов. Электронная запись может улучшить качество медицинской помощи, используя данные и аналитику для предотвращения госпитализаций среди пациентов с высоким риском.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

За два месяца с запуска проекта «Электронная медицинская карта» в Москве ее получили 350 тыс. пациентов московских поликлиник. В сущности, электронная медицинская карта – это своего рода пользовательский (пациентский) интерфейс Единой медицинской информационно-аналитической системы ЕМИАС, используемой сегодня во всех городских поликлиниках и стационарах.

Подключение к системе московской Станции скорой помощи им. А. С. Пучкова сделало более эффективной работу выездных бригад, у которых по дороге к пациенту появилась возможность заранее ознакомиться с медицинской историей болезни и не тратить время на ряд вопросов пациенту. Подключение к системе стационаров также, безусловно, улучшило обмен информацией между амбулаторным и стационарным звеном.

Планируется, что вскоре пациенты смогут самостоятельно заполнять анкеты с анамнезом жизни и семейным анамнезом, а у родителей появится возможность загружать в электронную медкарту сканы документов о прививках, сделанных детям в частных и федеральных клиниках.

«Доступ к электронной медицинской карте позволяет жителям города в любое время посмотреть информацию о своем здоровье. В феврале мы также открыли для родителей возможность просматривать прививочные карты детей. Мы продолжаем развивать сервис и дальше. В течение года в электронной медицинской карте появятся разделы с рецептами, выданными направлениями, записями на прием к врачам, информацией о диспансеризации и вызовами бригад скорой помощи», – говорит заместитель мэра Москвы по вопросам социального развития Анастасия Ракова.

Прорабатывается вопрос подключения к системе ЕМИАС регистров больных по определенным нозологиям. Также идет подключение к системе московских ангиографов для оптимизации учета и маршрутизации пациентов.

Летом 2020 года электронная медицинская карта стала доступна в мобильном приложении.

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНЫХ РЕШЕНИЙ (СППВР)

Рынок систем поддержки клинических решений (CDSS), по прогнозам, будет расти на 9,5 % ежегодно и составит \$2,41 млрд к 2027 году. Ключевыми игроками рынка СППВР в мире являются Agfa Healthcare; McKesson Corporation; NextGen Healthcare Information Systems; Medical Information Technology Inc.; Carestream Health Inc.; AthenaHealth; Philips Healthcare; Wolters Kluwer NU; Cerner Corporation; Siemens Healthineers.

Системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) – это цифровые инструменты, которые будут поддерживать принятие клинических решений на каждом этапе обследования и лечения пациента.

СППВР предназначены для улучшения оказания медицинской помощи посредством целевых клинических знаний, информации о пациентах и другой медицинской информации. Традиционная СППВР состоит из программного обеспечения, предназначенного для непосредственной помощи в принятии клинических решений, в котором характеристики отдельного пациента сопоставляются с компьютеризированной базой клинических знаний, а затем конкретные оценки пациента или рекомендации предоставляются медицинскому специалисту для принятия решения.

Существует две основных разновидности СППВР: системы, основанные на научных знаниях, и системы, основанные на результатах обработки собранных математическими методами статистических данных.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Развитие СППВР можно проследить с 1970-х годов, два наиболее известных примера – это системы MYCIN и QMR. Система MYCIN, как было описано выше, разработана в 1970-х годах в Стэнфордском университете США, чтобы помочь определять антибиотики для лечения бактериемии или менингита. Система QMR использовала алгоритм, смоделированный на основе клинических заключений Питтсбургского университета (США). Система обеспечивала электронный доступ к более чем 750 болезням, представляющим собой подавляющее большинство расстройств, наблюдаемых терапевтами в повседневной практике, а также сборник менее распространенных заболеваний.

В настоящее время СППВР часто используют веб-приложения или интеграцию с электронными медицинскими записями (EHR). Они могут функционировать на базе компьютеров, планшетов, смартфонов, а также совместно с устройствами биометрического мониторинга и носимых медицинских технологий.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

В июле 2019 года Департамент здравоохранения Москвы утвердил состав междисциплинарной рабочей группы по разработке и внедрению системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) в подведомственных учреждениях. Ее возглавила главный врач ГKB № 52 Марьяна Лысенко, а курирует замруководителя ДЗМ Андрей Старшинов.

«Новая система поддержки принятия решений, которую мы сейчас разрабатываем, позволяет предоставить врачу удобные цифровые инструменты работы, обеспечивать соблюдение протоколов в течение всего лечения, выявлять группы риска и предотвращать развитие заболевания. Вместе с этим система поможет повысить эффективность использования оборудования, лекарств и других ресурсов системы здравоохранения», – рассказывает Юлия Урожаева, первый заместитель начальника Управления заместителя мэра Москвы по вопросам социального развития.

Разработанная система состоит из пяти блоков и помогает врачам в лечении 33 наиболее часто встречающихся в практике заболеваний, «подсказывая» пакетные назначения обследований. При выборе одного или нескольких диагнозов она выдает рекомендацию, какие анализы и лабораторные исследования нужно назначить и у каких специалистов проконсультироваться. Врач может как расширить перечень исследований, так и убрать из него ненужные.

Помимо того, система может сформировать лекарственный пакет, показывая совместимость препаратов и автоматически составляя памятку по их приему для пациента. Для пациентов с хроническими заболеваниями система сможет создавать пакеты, в которые входят календарь наблюдения у лечащего врача и специалистов, график анализов и обследований, анализ динамики ключевых показателей. Система также может контролировать, чтобы исследования проводились в установленный срок, и записывать пациента на обследование в приоритетном порядке. Это позволит не допускать обострений заболеваний и подбирать терапию в зависимости от индивидуальных параметров.

Помощник также подскажет обязательный набор исследований при подготовке пациента к плановой госпитализации. Система сформирует его исходя из плана лечения в стационаре.

СППВР приобрела особую актуальность в период пандемии и, как следствие, существенно возросшей нагрузки по помощи пациентам с одним и тем же диагнозом. Для ускорения диагностики и была создана система COVID-Multivox, помогавшая анализировать КТ-снимки на предмет наличия признаков COVID-19. Роль СППВР в данном случае выполняло компьютерное зрение (см. с. 16).

ЦИФРОВАЯ ДИЕТОЛОГИЯ

По прогнозам MarketsandMarkets™, объем глобального рынка персонализированного питания вырастет вдвое к 2025 году: с \$8,2 млрд в 2020 году до \$16,4 млрд к 2025 году, зафиксировав ежегодный рост в размере 15 %.

Персонализированное питание можно определить как разработку уникальных рекомендаций и эффективных подходов для каждого человека на основе сочетания его генетических, экологических и жизненных особенностей, а также как область диетологии, которая использует человеческую индивидуальность для разработки стратегий питания, направленных на профилактику, управление и лечение заболеваний и оптимизацию здоровья.

По мере развития технологий сбор данных становится все более доступным, носимые устройства и мобильные приложения позволяют людям в режиме реального времени собирать информацию об активности, рационе питания и потреблении жидкости, а также о других параметрах здоровья. Интеграция этих типов технологий отслеживания с анализом больших данных позволяет получить еще более персонализированные руководства по питанию.

ИСТОРИЯ ВОПРОСА

Формирование интереса к цифровому подходу к диетологии связано с несколькими мощными трендами начала XXI века:

- увеличение продолжительности жизни и запрос на высокое ее качество;
- популяризация здорового образа жизни;
- активное развитие персонализированного подхода в медицине в связи с развитием генетики;
- технологический бум и развитие мобильных цифровых технологий, включая портативные гаджеты для здоровья, цифровизация здравоохранения.

Интересно, что вслед за пользовательскими приложениями по прикладной диетологии стали появляться профессиональные приложения для врачей, например, бесплатное приложение Nutrition Guide for Clinicians содержит диетологические рекомендации по почти 100 нозологиям.

Активное развитие интерактивных мобильных «умных» помощников, выступающих как средства самоконтроля, направленные на поддержание хорошей физической формы, специальные приложения, готовые высчитать калорийность блюда или рассчитать индивидуальную суточную потребность в калориях, напомнить о необходимости выпить стакан воды и т. д., наряду с активными генетическими исследованиями и формированием таких дисциплин, как нутригенетика и нутригеномика, вывели на первый план потребность в индивидуальном, глубоко персонализированном и при этом научном, экспертном подходе к заботе о здоровье.

КАК ПРИМЕНЯЕТСЯ

В ГКБ № 13 заведующим отделением неотложной кардиологии Альфредом Богдановым разработана система «Нутрилоджик». Это авторская методика, которая успешно применяется на практике в 150 клиниках страны.

В основе технологии цифровой диетологии заложены фундаментальные принципы доказательной диетологии:

- комплексная оценка (цифровой анализ) основных показателей пищевого (метаболического) статуса – антропометрии, композиционного состава тела, основного обмена и фактического питания в домашних условиях, определяющих сбалансированность питания человека относительно его индивидуальных потребностей в пищевых веществах и энергии;
- автоматизированная генерация рациона питания, в основе которой заложен алгоритм использования классических сбалансированных диет, персонализированных с учетом индивидуальных потребностей человека в пищевых веществах, наличия наиболее распространенных алиментарно-зависимых заболеваний, вкусовых пристрастий, аллергических реакций или пищевой непереносимости, а также заявленных целей по коррекции массы тела.

В результате впервые пациенты, перенесшие инфаркт миокарда, получают в ГКБ № 13 не только высокотехнологичную реваскуляризацию миокарда, лекарственную терапию, но и персонализированную диету, основанную на принципах доказательной диетологии. Такой подход не только делает реабилитацию комплексной, но и закладывает фундамент надежной профилактики сердечно-сосудистых и других заболеваний, способствует формированию ответственности за собственное здоровье и более осознанному отношению к нему, а также большей приверженности назначенной диетотерапии и лечению в целом.

Экспертный обзор

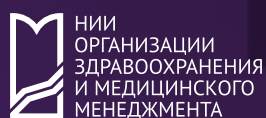
Аксенова Е. И., Камынина Н. Н., Короткова Е. О.

**ТОП-10 медицинских технологий,
меняющих ландшафт
столичного здравоохранения**

Корректоры: **Монахова В. В., Малыгина Е. Н.**

Верстка: **Маркетов Е. В.**

Отпечатано в ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»
115088, Москва, ул. Шарикоподшипниковская, д. 9
Тел.: 8 (495) 530-12-89
www.nioz.ru



ТОП-10 МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕНЯЮЩИХ ЛАНДШАФТ СТОЛИЧНОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

