

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

PREVENTIVE MEDICINE

УДК 613.6.027: 614.2: 614.8

© Коллектив авторов, 2025

РОЛЬ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КАЧЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ И ПРОДЛЕНИИ ТРУДОВОЙ АКТИВНОСТИ РАБОТНИКОВ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аксенова Е.И.¹, Ахаев Д.Н.², Максимов И.Б.³, Турко Н.И.⁴, Чемезов А.С.²¹ Государственное бюджетное учреждение города Москвы «НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамент здравоохранения города Москвы», Москва, Россия² ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия³ АНО РТ-Медицина Государственной корпорации «Ростех», Москва, Россия⁴ Государственная корпорация «Ростех», Москва, Россия**Аннотация**

Разработка и осуществление широких оздоровительных и лечебно-профилактических мер по охране здоровья работников, а также развитие мотивации у работников на здоровый образ жизни с целью предупреждения развития заболеваемости, увеличения продолжительности жизни и трудовой активности служит основной задачей предиктивно-превентивной медицины. В настоящее время в рамках персонализированной медицины активно развивается пациент-ориентированная цифровая медицина, которая может быть востребована и активно использоваться для контроля за здоровьем работников Корпорации. Применение цифровых технологий можно рассматривать с одной стороны, как один из элементов превентивной медицины, а с другой стороны это может улучшить качество медицинской помощи за счет безотлагательного дистанционного взаимодействия с врачом, а также в случае удаленного мониторинга жизненных показателей в случае заболевания работника. Последние исследования в области медицины в той или иной степени связаны с развитием искусственного интеллекта. Наиболее проработанным на сегодняшний день является направление по проектированию виртуального ассистента человека. Исходя из вышеперечисленного, становится очевидным, что для работников Корпорации программы персонализированной медицины являются крайне важной составляющей поддержания здоровья, активной работоспособности и профессионального долголетия.

Ключевые слова:

здоровье, здоровый образ жизни, медицинская помощь, долголетие, качество жизни.

THE ROLE OF PERSONALIZED MEDICINE IN ENSURING A HIGH-QUALITY LIFE AND PROLONGING THE WORK ACTIVITY OF WORKERS IN HIGH-TECH INDUSTRIES

Aksenova E.I.¹, Akhaev D.N.², Maksimov I.B.³, Turko N.I.⁴, Chemezov A.S.⁵¹ State Budgetary Institution of the City of Moscow "Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, Moscow City Health Department", Moscow, Russia² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia³ ANO RT-Medicine of the Rostec State Corporation, Moscow, Russia⁴ Rostec State Corporation, Moscow, Russia**Abstract**

The development and implementation of extensive health-improving and therapeutic measures to protect the health of employees, as well as the development of motivation among employees for a healthy lifestyle in order to prevent the development of morbidity, increase life expectancy and work activity is the main task of predictive preventive medicine. Currently, within the framework of personalized medicine, patient-oriented digital medicine is actively developing, which can be in demand and actively used to monitor the health of the Corporation's employees. The use of digital technologies can be considered, on the one hand, as one of the elements of preventive medicine, and on the other hand, it can improve the quality of medical care through immediate remote interaction with a doctor, as well as in the case of remote monitoring of vital signs in the event of an employee's illness. Recent research in the field of medicine is more or less related to the development of artificial intelligence. The most developed direction to date is the design of a virtual human assistant. Based on the above, it becomes obvious that personalized medicine programs are an extremely important component of maintaining health, active working capacity and professional longevity for the Corporation's employees.

Keywords:

health, healthy lifestyle, medical care, longevity, quality of life.

В настоящее время медицинская наука овладела современными методами профилактики и лечения большинства заболеваний человека. Несомненно, что этот опыт необходимо использовать с целью поддержания качественной жизни и трудового долголетия работников передовых промышленных холдингов и предприятий.

Эффективность профилактических и лечебных мероприятий во многом зависит от индивидуальных особенностей человека, его генетических особенностей и наличия сопутствующих заболеваний. В связи с этим подход к профилактике, а также к выбору тактики лечения конкретного человека, должен быть индивидуальным, то есть пациент-ориентированным. Термин «персонализированная медицина» впервые появился в качестве названия монографии швейцарского врача Кевела Джайна, изданной в 1998 году [26]. Именно с этого момента начинается активное развитие новой концепции пациент-ориентированной диагностики и лечения заболеваний. Такой подход включает в себя системный анализ большого числа факторов, касающихся каждого отдельного человека.

Для персонализированной медицины важными являются четыре «классических» аспекта [1–9]:

- персонализированный поиск генетически обусловленной предрасположенности к развитию тех или иных болезней, так называемых «слабых мест» организма;
- персонализированная диагностика возникшего патологического состояния;
- персонализированное (индивидуальное) лечение;
- активное привлечение пациента к профилактике возможных заболеваний и их лечению.

Каждый план лечения или стратегия профилактики рассматривает в этом случае человека как неповторимую индивидуальность, а не как воспроизводимый и повторяемый набор симптомов.

Основные задачи персонализированной медицины, реализуемые для сохранения здоровья работников Корпорации, связаны с обнаружением рисков развития патологии или с выявлением ее на доклиническом этапе, а также оптимальной коррекцией выявленных нарушений с помощью лекарственных средств или за счет изменения образа жизни [1,3,4].

В случае, если патологическое состояние уже развилось, необходимо подбирать фармакотерапию на основе индивидуальных генетических особенностей работника путем определения биомаркеров. Аналогичный подход целесообразно использовать и для мониторинга динамики забо-

левания и его прогноза. Решение указанных задач возможно благодаря индивидуальному молекулярному портрету конкретного заболевания, сформированному в патологических клетках и тканях и зависящему от координации разнообразных сигнальных путей [4,8,9]. В результате образуется набор персональных специфических биомаркеров, которые указывают на наличие или отсутствие патологического состояния, то есть являются индикаторами болезни, а также помогают оценивать эффективность терапии и прогноз заболевания у каждого конкретного человека.

Персонализированная медицина, или 4П медицина, состоит из четырех составляющих – предиктивная, превентивная, персонализированная и партисипативная медицина (рис. 1).

- **Предиктивная** (предсказательная) – выявляет предрасположенность к развитию заболевания.
- **Превентивная** (профилактическая) – предотвращает или минимизирует риск развития болезни.
- **Персонализированная** – подразумевает персонализированную фармакотерапию уже развившегося патологического состояния на основе фармакогенетики.

Партисипативная – включает активное участие человека в профилактике возможных заболеваний и их лечении.

Фундаментальную основу для развития стратегии медицины 4П обеспечивают биомаркеры, специфичные для каждого конкретного пациента и каждого конкретного заболевания, а молекулярной диагностике отводится генеральная роль в обеспечении эффективности медицины 4П [2,3,6].

Молекулярные биомаркеры, традиционно используемые в диагностике, включают мутантные гены, РНК, белки, липиды, углеводы, метаболиты. Необходимо, чтобы уровни экспрессии молекулярных биомаркеров положительно или отрицательно коррелировали с патологическими изменениями клеток или клинической картиной. В этом случае молекулярные биомаркеры будут являться индикаторами заболевания и мишенью индивидуальной терапии [5,6].

Выявление указанных биологических маркеров неразрывным образом связано с использованием современных технологий, таких как геномика, транскриптомика, эпигеномика, протеомика, метаболомика (рис. 2) [3, 4, 5]. Данные технологии позволяют работать с большим массивом данных, что позволяет обнаружить уникальные патоморфологические изменения, характерные для данного заболевания конкретного человека. В этом случае, возможно, подобрать персонализированное лечение, которое будет более эффективным.



Рис. 1. Основные составляющие персонализированной медицины



Рис. 2. Молекулярные основы персонифицированной медицины

В медицине на протяжении ее исторического развития основное внимание уделяли уже заболевшему человеку, делая акцент на учении о болезни (нозологии). Поэтому информация о здоровье человека и так называемых донозологических состояниях, предшествующих болезни, осталась в тени. Кардинальный перелом произошел в конце XX- начале XXI века, когда произошло активное внедрение в клиническую практику достижений геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, позволяющих анализировать функциональное состояние клетки до появления признаков заболевания [1–6].

Разработка и осуществление широких оздоровительных и лечебно-профилактических мер по охране здоровья работников, а также развитие мотивации у работников на здоровый образ жизни с целью предупреждения развития заболеваемости, увеличения продолжительности жизни и трудовой активности служит основной задачей предиктивно-превентивной медицины.

Для этого необходимо выявление визуально не определяемых доклинических изменений молекулярного уровня («молекулярные маркеры»), свидетельствующих о начальных этапах развития определенной патологии в организме обследуемого. Обычно данные маркеры еще не выявляются с помощью УЗИ, рентгена, МРТ и других методов лучевой диагностики. Поэтому должна быть назначена адресная донозологическая биомедицинская коррекция, направленная на остановку развития определенного патологического процесса, начальные доклинические признаки которого уже выявлены [6,8,9].

Среди разнообразных биологических маркеров в рамках первентивно-предиктивной медицины важное место принадлежит генетическим маркерам [2,4,6]. Во второй половине XX века научные интересы в области генетических патологий были сосредоточены на моногенных болезнях, вызванных генотипом с высоким риском развития заболевания, таких как фенилкетонурия, болезнь Хантингтона, мышечная дистрофия Дюшенна, кистозный фиброз, а также на редких хромосомных аномалиях. В 1980-х годах появилась специальность «клиническая генетика», стало возможным генетическое консультирование пациентов и их семей [1,3,5].

В тоже время, по данным Всемирной организации здравоохранения, основной причиной смерти в мире, в том числе и в России, являются хронические неинфекционные заболевания, такие как сердечно-сосудистые, онкологические,

заболевания органов дыхания и диабет.

Сложившаяся ситуация требует изменения приоритетов при планировании стратегии укрепления здоровья работников, а именно смещение акцента от клинического подхода в сторону профилактических программ [1, 2].

В связи с этим развитие ДНК-диагностики мультифакторных заболеваний (МФЗ) позволит предотвратить их развитие, увеличить средний срок жизни работников, будет способствовать трудовому долголетию. В основе любого МФЗ лежат генетические и негенетические факторы развития. В ряде случаев заболевание может быть обусловлено кумулятивным эффектом нескольких факторов: генетические факторы (один или несколько генов), экологическое воздействие (химические факторы окружающей среды), вредные привычки (курение, алкоголь, жирная и острая пища) и др.

Для точной оценки рисков заболеваний у каждого конкретного человека потребуются знания о многочисленных генетических полиморфизмах, которые следует учитывать в сочетании с негенетическими факторами. На сегодняшний день такая информация в большинстве случаев отсутствует. В то же время, обнаружение этих недостающих взаимодействий может быть полезным для более точного предсказания рисков [8, 9].

Основой доклинической диагностики здоровья работников должны стать базовые алгоритмы, которые существенно отличаются от клинического подхода.

Что же должна делать доклиническая диагностика для решения вышеуказанных задач.

Во-первых, уметь своевременно определять генетическую предрасположенность к возникновению конкретного заболевания.

Во-вторых, с высокой степенью достоверности определять количественный показатель риска возникновения заболевания на его доклиническом, бессимптомном этапе.

В-третьих, в ходе слежения за динамикой содержания биомаркеров и биопредикторов контролировать ответные реакции работников из группы риска на фаракопревентивные мероприятия.

Для работников высокотехнологичных отраслей промышленности разработка и реализация профилактических программ персонализированной медицины является крайне важной. Основная цель такого подхода определяет возможное воздействие на управляемые факторы риска здоровью, что позволит сохранить благо-

получие и здоровье работников, а в случае необходимости провести адекватное персонализированное лечение.

Персонализированная терапия подразумевает отход от уравнительного подхода к лечению и выбор индивидуального, основанного на патогенетических маркерах конкретного пациента. Такой подход предполагает оптимальное управление заболеванием пациента и достижение лучших результатов. Традиционно медицина строилась вокруг специалистов, специализирующихся на определенной системе органов: кардиологи, неврологи, нефрологи, гастроэнтерологи и другие. Персонализированная медицина изменяет этот подход, признавая, что сложные заболевания следует рассматривать как единое целое [1–8].

В настоящее время принципы 4П медицины наиболее успешно применяется в онкологии, составляя примерно 50% всех исследований в этом направлении. Эти же принципы успешно реализуются в психиатрии (4%), иммунологии (4%), эндокринологии и в случае заболеваний опорно-двигательного аппарата (6%), 7% приходится на сердечно-сосудистые заболевания и 23% – на прочие заболевания [4, 5].

В последние годы благодаря молекулярным методам исследования произошли существенные успехи в понимании патогенетических механизмов развития онкологических заболеваний. В первую очередь, с точки зрения нарушения генной экспрессии. Это дает надежду на персонализированный подход к терапии каждого конкретного пациента, основанной на молекулярной информации омикс-технологий [5]. Действие лекарственного препарата в этом случае становится более «специфическим», «адресным», направленным на уничтожение раковых клеток и, в то же время, более щадящим в отношении здоровых клеток организма.

В настоящее время уже накоплены определенные знания в области взаимосвязи мутаций в определенных генах с патогенезом онкологического заболевания.

Например, аномалии гена TP53 обнаружены в более чем в 50% всех злокачественных опухолей человека. Выявление таких мутаций в анамнезе может прогнозировать увеличение риска развития онкологических заболеваний. Обнаружение мутаций в гене ДНК-метилтрансферазы DNMT3a также может служить критерием для медицины 4П, данные мутации выявлены в 25% случаев острого миелоидного лейкоза [28, 34]. Мутации в генах BRCA1, BRCA2, PTEN, TP53 ассоциированы

с высокими рисками развития рака молочной железы [10,17,28].

Ярким примером диагностической значимости генетических маркеров служит выявление мутаций в гене рецептора эпидермального фактора роста (EGFR). Продемонстрирована гиперэкспрессия EGFR при немелкоклеточном раке легкого (40–70%). Применение препаратов – ингибиторов тирозинкиназной активности (гефитиниб, эрлотиниб) будет эффективно только в случае отсутствия мутаций в гене EGFR. Делеция в экзоне 19 гена EGFR, которая наблюдается у 10% пациентов, приводит к резистентности таких пациентов к терапии ингибиторами тирозинкиназной активности, что подтверждает необходимость молекулярно-генетического анализа мутаций для персонализированной терапии [5,18,27]. К семейству рецепторов эпидермального фактора роста EGFR также относится рецептор HER2, являющийся мембранным белком с тирозинкиназной активностью. Гиперэкспрессия этого белка с частотой выявления 25–30% обнаружена при раке молочной железы и является следствием мутации в данном гене. Установлено, что гиперэкспрессия гена HER2 играет важную роль в патогенезе рака молочной железы [14,33]. С целью блокирования пролиферативного сигнала перспективно применение лекарственного препарата трастузумаб (герцептин), представляющего собой моноклональные антитела. В многочисленных клинических исследованиях продемонстрирована эффективность этого лекарственного препарата. Таким образом, мутации в гене HER2 и гиперэкспрессия этого белка являются классическим биомаркером и терапевтической мишенью при этом заболевании [16, 32].

Другим примером персонализированного подхода является исследование мутаций в протоонкогене KRAS, которые в 30-35% случаев выявляются при раке легкого, колоректальном раке и раке щитовидной железы. Белок KRAS является мультифункциональной сигнальной молекулой, участвующей в различных каскадах регуляции пролиферации и апоптоза клеток. Было обнаружено, что в случае мутаций в гене KRAS, наблюдается резистентность опухолевых клеток при лечении ингибиторами тирозинкиназы [13,30,31].

Исследование мутаций в гене KIT при меланоме и в гене Flt3 в случае острых нелимфобластных лейкозов также способствуют развитию персонализированных подходов в терапии онкологических заболеваний [31]. В настоящее время, благодаря признанию концепции персонализиро-

ванной медицины, развиваются диагностические тесты, позволяющие оценивать индивидуальные метаболические особенности пациента при назначении эффективной и безопасной терапии. Большинство таких тестов основано на технологиях генетического анализа, однако активно развиваются технологии визуализации биомаркеров в режиме реального времени, использовании биосенсоров.

С точки зрения 4П медицины важное значение в выявлении рисков развития различных заболеваний имеет выявление полиморфных участков ДНК, таких как однонуклеотидные полиморфизмы SNP и CNV. SNP составляют около 90% всей человеческой генетической изменчивости. В последние два десятилетия было обнаружено более 10 миллионов SNP [29]. В то время как большинство SNP не оказывают влияние на физиологические процессы, некоторые из них вовлечены в развитие заболеваний или в метаболизм лекарственных средств, влияя тем самым на ответ пациентов на проводимую терапию.

Прецизионная медицина направлена на подбор терапии для каждого конкретного пациента, предполагая более эффективные лекарственные препараты с меньшим количеством нежелательных реакций. С этой целью за последние несколько лет были достигнуты значительные успехи в области фармакогеномики, ориентированные на генотипирование и выявление специфических генетических вариаций, связанных с лекарственной реакцией.

Индивидуальный фармакологический ответ на прием лекарственных препаратов определяется однонуклеотидным полиморфизмом в генах, кодирующих белки – участники биотрансформации ЛС (метаболизма) в организме человека. Так, например, известна роль полиморфного маркера *CYP2C9*3* в ответе на варфарин, полиморфизма гена *CYP2C9* в развитии НПВП-гастропатии, аллельного варианта *CYP2D6*4* в замедлении биотрансформации трициклических антидепрессантов, *CYP2C19*2* в снижении эффективности клопидогрела, полиморфизма *SLCO1B1*5* в частоте нежелательных лекарственных реакций статинов и др. [9, 11, 12, 15]. Скорость и интенсивность метаболизма лекарственного вещества при наличии или отсутствии однонуклеотидного полиморфизма, позволяет уже сегодня стратифицировать пациентов на несколько групп [9, 12, 15]:

- **Распространенные метаболиты** (*extensive metabolizers*) – пациенты с обычной скоростью биотрансформации лекарственного

вещества. Для этих лиц, как правило, эффективны и безопасны стандартные (регламентированные инструкцией) режимы дозирования в виде средних доз.

- **Медленные метаболиты** (*poor metabolizers*) – пациенты со сниженной скоростью биотрансформации. У таких пациентов при стандартном режиме дозирования лекарственного вещества накапливаются в организме в высоких концентрациях, что приводит к появлению неблагоприятных побочных реакций.
- **Сверхактивные или быстрые метаболиты** (*ultra extensive metabolizers*) – пациенты с повышенной скоростью биотрансформации. В этом случае стандартных доз вещества может не хватать для достижения максимального клинического эффекта.

Партисипативная медицина – наименее развитое направление медицины 4П, которое возможно только при осознанном участии самого пациента в лечебном процессе [1–5]. При этом предполагается определенная степень ответственности и самостоятельности пациента, его участие в принятии решений, определении стратегии и тактики лечения. Для развития данного направления необходимо проведение просветительской работы и информирования работников.

В настоящее время в рамках персонализированной медицины активно развивается пациент-ориентированная цифровая медицина, которая может быть востребована и активно использоваться для контроля за здоровьем работников Корпорации.

Применение цифровых технологий можно рассматривать с одной стороны, как один из элементов превентивной медицины, а с другой стороны это может улучшить качество медицинской помощи за счет безотлагательного дистанционного взаимодействия с врачом, а также в случае удаленного мониторинга жизненных показателей в случае заболевания работника.

Цифровая медицина развивается по следующим направлениям: носимые устройства (гаджеты), биосенсоры, мобильные приложения, телемедицина, блокчейн-технологии и искусственный интеллект. Следует отметить, что для внедрения цифровых технологий в медицинскую практику необходимо так же, как и для других медицинских технологий, проведение клинических исследований для доказательства эффективности и безопасности использования этих технологий [1–].

Общие оздоровительные приложения и носи-

мые устройства (гаджеты) сегодня составляют большинство медицинских цифровых технологий. На сегодняшний день доступно более 300 тыс. приложений для здорового образа жизни и более 350 носимых устройств, позволяющих управлять своим здоровьем [22,24,25]. Для цифровых технологий необходимо использование подключенных мобильных устройств, в том числе мобильных телефонов, планшетов, компьютеров. Носимые устройства способствуют поддержанию здорового образа жизни: правильного питания, оптимальной продолжительности и качества сна, занятия фитнесом и т.д. Они приобрели популярность во всем мире, позволяя изменить поведение пациента в сторону большей заботы о своем здоровье. Мобильные оздоровительные приложения сосредоточены на «оздоровительном менеджменте», который отслеживает и вносит коррективы в занятия фитнесом, осуществляет контроль за образом жизни, сном, питанием, диетой, стрессом [22,25]. Наибольшим спросом пользуются мобильные приложения для самостоятельного занятия фитнесом и мобильные приложения для здорового питания.

Большая часть приложений имеют идентичную направленность:

- Фитнес – тренировки
- Индивидуальные упражнения
- Установление конкретных целей
- Контроль показателей, отслеживание физической активности.

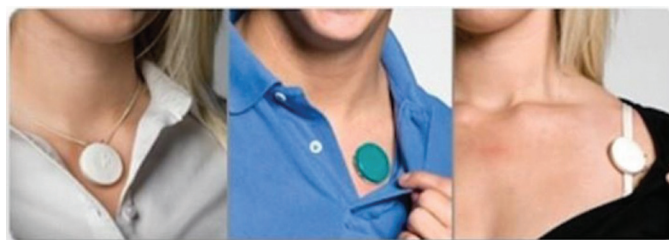
Интересной особенностью цифровых носимых устройств и мобильных приложений стала игрофикация – использование технологий, помогающих выстроить отношения человека со здравоохранением в игровой форме. Ощущение победы, переход на новый уровень, участие в соревнованиях – эти аспекты игры позволяют чувствовать себя увереннее и мотивируют на новые достижения. Элементы игры могут превратить такие повседневные занятия, как поход к врачу, в деятельность, от которой можно получить отдачу в виде бонусов, баллов и других достижений. Игрофикация поможет привить людям навыки здорового образа жизни, сохранить позитивный настрой во время реабилитации, а также наладить взаимодействие с врачами [7]. Например, в некоторые производители использовали игровой подход при разработке своих продуктов по уходу за полостью рта. Зубная щетка с мобильным приложением позволяет научить детей чистить зубы дольше и эффективнее, а скучный процесс ухода

за полостью рта превращается в занимательную игру. Спортивные браслеты позволяют совмещать тренировку и увлекательную игру. Фитнес-трекеры с функцией синхронизации способны быстро находить друзей-пользователей в социальных сетях, что помогает людям сравнивать свои успехи и мотивировать друг друга на новые достижения. Основными пользователями игровых технологий являются поколения, которые выросли в эпоху доступного интернета и видеоигр. Но игрофикация становится полезным инструментом и для людей старшего возраста. Это могут быть различные игры и тренировки, с помощью которых им легче поддерживать физическую активность и следить за своим здоровьем. Видеоигры показывают свою эффективность при реабилитации пациентов с патологией опорно-двигательного аппарата.

Примеры носимых устройств и приложений по управлению здоровьем [20,23]:

Кулон для правильной осанки

В кулон, диаметром 2,5 см, встроен датчик измерения отклонения верхней части туловища от вертикальной оси. Как только Ваша осанка изменилась, кулон начинает вибрировать, заставляя распрямиться.



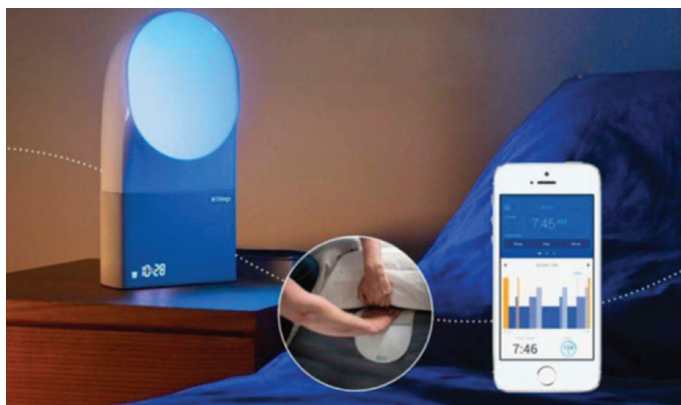
Умная вилка

Вилка контролирует быстроту потребления пищи: при повышенной скорости прибор начинает вибрировать в руках пользующегося. Запомнив пищевые привычки хозяина (количество еды, скорость и время потребления пищи), вилка анализирует данные и дает советы.



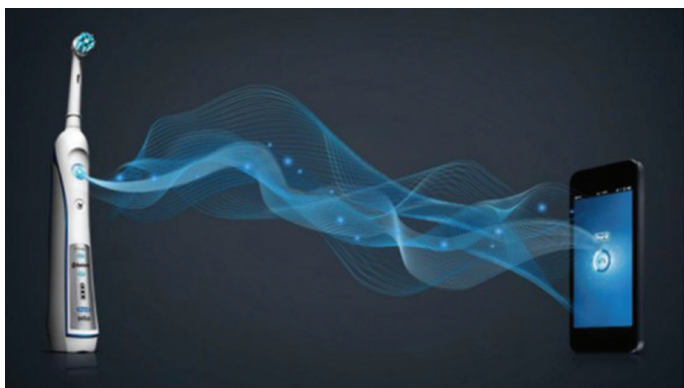
Контролер сна

Устройство контролирует фазы легкого и глубокого сна. После чего, проанализировав качество сна, дает полезные рекомендации «как правильно заснуть» и «как правильно проснуться». Устройство не нужно во время сна надевать или приклеивать на себя. Также контролер сна отлично справляется с ролью умного будильника.



Умная зубная щетка

Зубная щетка в процессе чистки зубов проследит правильность процесса чистки и, сработав синхронно с Вашим смартфоном, предоставит Вам в режиме реального времени все необходимые данные и рекомендации. Щетка контролирует чистоту зубов и, при необходимости, подает сигнал о том, что пора их почистить. Этот умный гаджет чрезвычайно полезен для ребенка.



Сенсорный обруч

Сенсорный обруч способен в течение нескольких минут расслабить и успокоить владельца этого гаджета. Обруч, работая синхронно с Вашим смартфоном, сосредотачивается на тренинге дыхания и релаксации. Это быстрый и максимально эффективный способ расслабления в любой ситуации: на улице, на работе, перед сном, при нервной перенагрузке. Уже после первого трехминутного сеанса чувствуется результат.



Умная кружка

Количество потребляемой человеком жидкости на протяжении суток играет огромное значение для здоровья организма. Ведь нехватка воды в организме, особенно в жаркие дни, может негативно сказаться на общем состоянии человека. Умная кружка контролирует дневное потребление жидкости, измеряет температуру воды, следит за ее чистотой, а при необходимости очистки подает сигнал. Владелец кружки может установить цель потребления воды.



Умный коврик для йоги

Высокотехнологичные способности коврика проявляются в том, что он может подстроиться под Ваше тело, изучив его размеры, уровень физической подготовки и возможные ограничения. Только после анализа всех полученных данных коврик при помощи голосовых команд обеспечивает проведение занятий йогой. Автономный режим работы возможен в течение 6 часов.



Умная подушка

В моменты бездействия тело человека расслабляется и зачастую принимает неправильную позу. Умная подушка научит правильно сидеть без вреда для здоровья. После того, как Вы расположились на подушке в сидячем положении, она начинает сбор информации: время сидения, работы сердца и легких. Затем, анализируя Вашу позу, дает рекомендации по поводу Вашей осанки и вредных привычек.



Умные напольные весы

Умные напольные весы измеряют вес, индекс массы тела, вычисляют процент жира, а также снимают показатели сердечной активности. Для людей, которые занимаются спортом, предусмотрен спортивный режим. Собранные данные передаются в приложение для смартфона, где строятся графики снижения или набора веса. Пользователь может вести дневник, и тогда будет сразу видно, какие события влияют на набор или потерю веса.



Для контроля жизненно важных показателей могут быть полезны биосенсоры, которые собирают информацию о различных параметрах здоровья. Например, таких как давление, температура тела, пульс, ЭКГ, концентрация глюкозы и уровень кислорода в крови, жировые отложения, а затем передают эти данные беспроводным путем в мобильные приложения на телефон, планшет, компьютер. Биосенсоры и мобильные приложения к ним предоставляют информацию о заболеваниях и состоянии пациента в данный момент времени, напоминают о необходимости принять

лекарство и сообщают о необходимости оказания медицинской помощи.

Примеры биосенсоров и приложений по управлению заболеваниями:

Мобильный браслет

Мобильный браслет фиксирует момент наступления эпилептического припадка в результате измерения гальванического заряда кожи, температуры тела и его положения в пространстве благодаря гироскопу. При начале припадка на смартфон опекуна пациента отправляется сигнал – в сообщении содержится информация о координатах пациента. Также очень важно отслеживать приступы эпилепсии в ночное время. Во время сна приступы эпилепсии приводят к внезапной смерти. Использование этих устройств позволит сократить число смертей во время приступа более чем в 2 раза. Кроме того, приложение сохраняет статистику о приступах, что позволяет выявлять их причины. Например, приступ часто развивается при занятиях спортом.



Электрокардиограф

Мобильный гаджет позволяет самостоятельно записать ЭКГ в любое время и в любом месте. Для этого необходимо установить приложение на смартфон, надеть чехол и приложить пальцы к датчикам на устройстве. Далее кардиограмма отправляется на обработку врачу, который может не только проанализировать состояние сердечно-сосудистой системы, но и сравнить динамику и отследить реакцию на стресс, физическую нагрузку и лекарственные препараты и передать рекомендации пациенту.



Мобильный тонометр

С помощью мобильного тонометра можно легко и быстро измерять артериальное давление, сохраняя информацию в смартфоне. Манжета тонометра подключается к смартфону и в приложении затем отображается информация о давлении — данные можно отображать в виде графиков и отправлять врачу.



Термометр

Электронный термометр, который подключается к смартфону и передает данные о температуре тела на облачный сервер – к нему можно дать доступ своему врачу. Гаджет можно использовать для измерения температуры тела, как у взрослых людей, так и у детей.



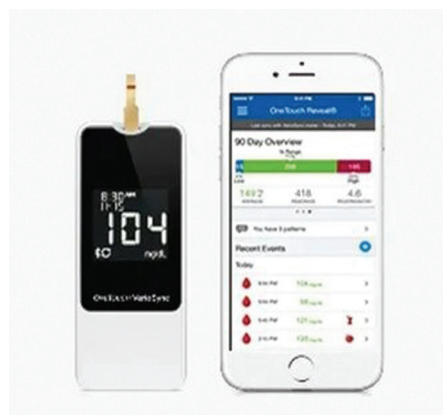
Стетоскоп

Беспроводной стетоскоп предназначен для персонального использования пациентом в домашних условиях. Устройство нужно приложить к груди и нажать кнопку, результат передается на смартфон в приложение. Если пользователю нужно обратиться к врачу, то устройство начнет мигать.



Глюкометр

Мобильный глюкометр позволяет быстро измерить уровень глюкозы в крови. В подключаемое к смартфону устройство вставляется тестовая полоска с каплей крови, после чего осуществляется анализ. Данные затем выводятся на дисплей и сохраняются в мобильном приложении, которое позволяет вести мониторинг потребляемых углеводов, вводимого инсулина и уровня глюкозы у диабетиков.



Анализатор дыхания

Устройство позволяет анализировать дыхание для отслеживания симптомов астмы и предупреждения приступов. Для сбора данных пациенту нужно приложить гаджет к шее и просто дышать. Аппарат записывает частоту дыханий, что позволяет понять, что стало причиной приступа в каждом конкретном случае, а также может посылать напоминания о приеме лекарств и передавать информацию родственникам или лечащему врачу пациента.



Важно также отметить развитие информационных технологий в персонализированной медицине. Так с 1 января 2018 года вступил в силу Федеральный закон от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере охраны здоровья» [24].

Такой формат подразумевает, что при первом обращении к врачу в виде телеконсультации к пациенту прикрепляется врач по профилю заболевания и назначается очная встреча. После очного посещения устанавливается возможность дистанционного наблюдения за состоянием здоровья пациента лечащим врачом, и пациент может обращаться к своему лечащему врачу заочно. Благодаря телемедицинским технологиям появляются новые перспективные возможности медицины:

- Дистанционное медицинское консультирование
- Диагностика и виртуальное обследование
- Экспертное медицинское мнение
- Уточнение медицинского диагноза и сопровождение лечения пациентов
- Дистанционная профилактика и реабилитация

Последние исследования в области медицины в той или иной степени связаны с развитием искусственного интеллекта. Наиболее проработанным на сегодняшний день является направление по проектированию виртуального ассистента человека. Самые продвинутые системы включают суперкомпьютер, умеющий отвечать на вопросы, сформулированные на естественном языке (то есть не на языке программирования). У него есть доступ к различным источникам данных: энциклопедиям, базам научных статей, антологиям знаний. Благодаря огромным вычислительным мощностям, обработав источники, он выдаёт максимально точный ответ на заданный вопрос. Эта система обучена таким образом, что с вероятностью до 94% может определить наличие онкологического заболевания и тип его локализации [19].

Другие разрабатываемые программы будут оценивать результаты МРТ, рентгеновских снимков, кардиограмм. Врачу в среднем нужно потратить значительно больше времени на изучение картинки, чем системе искусственного интеллекта. При этом точность компьютерного анализа в среднем выше, на постановку одного диагноза времени затрачивается меньше. Более того, за счёт уменьшения количества времени на

распознавание и обработку данных, может быть обслужено больше пациентов. Следующее сфера применения искусственного интеллекта в медицине – это программы, обеспечивающие условия домашнего стационара. К примеру, существуют программы с различными приложениями, например – «приложение-медсестра». Виртуальная сестра поговорит с Вами и выдаст краткую справку по симптомам заболевания, напомним о приеме лекарств или процедурах [7,21]. Аналогичные исследования проводятся в интересах развития и повышения эффективности восстановительной медицины.

Исходя из вышеперечисленного, становится очевидными, что для работников Корпорации программы персонализированной медицины являются крайне важной составляющей поддержания здоровья, активной работоспособности и профессионального долголетия.

Литература

1. Белушкина Н.Н., Чемезов А.С., Пальцев М.А. Генетические исследования мультифакториальных заболеваний в концепции персонализированной медицины. Профилактическая медицина. 2019; 22(3):26-30. <https://doi.org/10.17116/profmed20192203126>
2. Белушкина Н.Н., Чемезов А.С., Пальцев М.А. Персонализированная медицина и организация гериатрической помощи населению. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019; 27 (3); 227-230 <https://doi.org/10.32687/0869-866X-2019-27-3-227-230>
3. Киселев В.И., Пальцев М.А. Регуляция активности генов и новые лекарственные средства. Вестник Российской Академии Наук, 2016, том 86, № 6, с. 512–518
4. Пальцев М.А. (ред.). Биология стволовых клеток и клеточные технологии. В двух томах. М., «Медицина» «Шико», 2009
5. Пальцев М.А., Залетаев Д.В. (ред.). Системы генетических и эпигенетических маркеров в диагностике онкологических заболеваний. М., «Медицина», 2009
6. Пальцев М.А. (ред.). Введение в молекулярную диагностику. В 2-х томах., ОАО «Издательство «Медицина», 2010
7. Пальцев М.А. Медицина будущего. Персонализированная медицина: опыт прошлого, реалии завтрашнего дня/М.: Российская академия наук, 2020.152 с.
8. Современные подходы к охране здоровья работников Государственной корпорации (под ред. С.В.Чемезова). М.-2022,172 С.
9. Сучков С.В., Гнатенко Д.А., Костюшев Д.С., Крынский С.А., Пальцев М.А. Протеомика как фундаментальный инструмент доклинического скрининга

- га, верификации анализов и оценки применяемой терапии. Вестник РАМН, 2013;1:65-71.
10. Сычев Д.А., Шуев Г.Н., Торбенков Е.С., Адриянова М.А. Персонализированная медицина: взгляд клинического фармаколога. Consilium Medicum. 2017; 19 (1): 61-68.
 11. Barzaman K, Karami J, Zarei Z, Hosseinzadeh A, Kazemi MH, Moradi-Kalbolandi S, Safari E, Farahmand L. Int Immunopharmacol. Breast cancer: Biology, biomarkers, and treatments. 2020;84:106535. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.106535>
 12. Brandão M, Pondé N, Piccart-Gebhart M. Mammprint: a comprehensive review. Future Oncol. 2019;15(2):207-224. <https://doi.org/10.2217/fon-2018-0221>
 13. Brivanlou A.H. Human embryonic stem cells in development. Current Topics in Developmental Biology. Elsevier Academic Press: San Diego., 2018, V. 129, 190 P.
 14. Burns TF, Borghaei H, Ramalingam SS, Mok TS, Peters S. Targeting KRAS-Mutant Non-Small-Cell Lung Cancer: One Mutation at a Time, With a Focus on KRAS G12C Mutations. J Clin Oncol. 2020;38(35):4208-4218. <https://doi.org/10.1200/JCO.20.00744>
 15. Burstein HJ. Systemic Therapy for Estrogen Receptor-Positive, HER2-Negative Breast Cancer. N Engl J Med. 2020;383(26):2557-2570. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1307118>
 16. Cerrato P., Halamka. J. Population Medicine Versus Personalized Medicine. Realizing the promise of precision medicine: the role of patient data, mobile technology, and consumer engagement. 2018, p. 28. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811635-7.00001-4>
 17. Chung HC, Bang YJ, S Fuchs C, Qin SK, Satoh T, Shitara K, Tabernero J, Van Cutsem E, Alsina M, Cao ZA, Lu J, Bhagia P, Shih CS, Janjigian YY. First-line pembrolizumab/placebo plus trastuzumab and chemotherapy in HER2-positive advanced gastric cancer: KEYNOTE-811. Future Oncol. 2021 Feb;17(5):491-501. <https://doi.org/10.2217/fon-2020-0737>
 18. Durand C., Charbord P. Stem cell biology and regenerative medicine. River Publishers Series in Research and Business Chronicles-Biotechnology and Medicine. River Publishers: Aalborg. 2015, V. 3, 727 P.
 19. https://health-diet.ru/health_diet/
 20. <https://hi-tech.mail.ru/review/dr-watson-ibm/>
 21. <https://top5-top10.ru/top-10-gadzheto-dlya-zdorovya-organizma/>
 22. https://researcher.watson.ibm.com/researcher/view_group.php?id=4384
 23. <https://www.ixbt.com/live/smartwatch/17-gadzheto-pomogayushih-sledit-zazdorovem-s-pomoschy-smartfona.html>
 24. <https://www.kremlin.ru/acts/bank/42200>
 25. <https://www.pwc.ru>
 26. <https://xpc.com.ru/fitnes-prilozheniya-dlya-android.html>
 27. Jain K.K. Personalized Medicine. Decision Resources Inc. Waltham, MA, USA. 1998.
 28. Leonetti A, Sharma S, Minari R, Perego P, Giovannetti E, Tiseo M. Resistance mechanisms to osimertinib in EGFR-mutated non-small cell lung cancer. Br J Cancer. 2019;121(9):725-737. <https://doi.org/10.1038/s41416-019-0573-8>
 29. Ley T. J., Ding L., Walter M. J., McLellan M. D., Lamprecht T., et al. DNMT3A mutations in acute myeloid leukemia, N. Engl. J. Med., 2010; 363: 2424-2433, <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1005143>
 30. Minor D.R., Kashani-Sabet M., Garrido M. et al. Sunitinib therapy for melanoma patients with KIT mutations Clin. Cancer Res. 2012;18(5): 1457-1463
 31. Najumudeen AK, Ceteci F, Fey SK, Hamm G, Steven RT, Hall H, Nikula CJ, Dexter A, Murta T, et al. The amino acid transporter SLC7A5 is required for efficient growth of KRAS-mutant colorectal cancer. Nat Genet. 2021;53(1):16-26. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-00753-3>
 32. Soliman H, Shah V, Srkalovic G, Mahtani R, Levine E, Mavromatis B, Srinivasiah J, Kassam M, Gabordi R, Qamar R, Untch S, Kling HM, Treece T, Audeh W. MammaPrint guides treatment decisions in breast Cancer: results of the IMPACt trial. BMC Cancer. 2020;20(1):81. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-6534-z>
 33. Tan AR, Im SA, Mattar A, Colomer R, Stroyakovskii D, Nowecki Z, De Laurentiis M, Pierga JY, Jung KH, Schem C, Hoge A, Badovinac Crnjevic T, Heeson S, Shivhare M, Kirschbrown WP, Restuccia E, Jackisch C; FeDeriCa study group. Fixed-dose combination of pertuzumab and trastuzumab for subcutaneous injection plus chemotherapy in HER2-positive early breast cancer (FeDeriCa): a randomised, open-label, multicentre, non-inferiority, phase 3 study. Lancet Oncol. 2021;22(1):85-97. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(20\)30536-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(20)30536-2)
 34. Tarantino P, Prat A, Cortes J, Cardoso F, Curigliano G. Third-line treatment of HER2-positive advanced breast cancer: From no standard to a Pandora's box. Biochim Biophys Acta Rev Cancer. 2021;1875(1):188487. <https://doi.org/10.1016/j.bbcan.2020.188487>

Контакты авторов:

Максимов И.Б.

e-mail: i.b.maksimov@rt-medicine.ru

Конфликт интересов: отсутствует