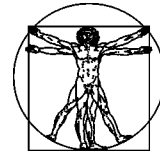


DOI: 10.15593/RZhBiomech/2020.2.01
УДК 614-02:661-07



**Российский
Журнал
Биомеханики**
www.biomech.ru

ЧАТ-БОТЫ КАК НОВШЕСТВО ЦИФРОВОЙ МЕДИЦИНЫ. НОВЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ПАНДЕМИИ, ВЫЗВАННОЙ ВИРУСОМ COVID-19

М.М. Манцкава^{1,2,3}

¹ Университет Европы, Грузия, 0141, Тбилиси, пр. Гурамишвили, 76, e-mail: mantskavamaka@bk.ru

² Общество реологов, Грузия, 0160, Тбилиси, ул. Долидзе, 22, e-mail: rheology.biz@gmail.com

³ Центр экспериментальной биомедицины имени Ивана Бериташвили, Грузия, 0161, Тбилиси, ул. Готуа, 14, e-mail: biomedicine.med@gmail.com

Аннотация. В период пандемии, вызванной вирусом *CoViD-19*, особого внимания требуют люди, относящиеся к группам риска. Одна из причин, которые формируют риск-факторы, – это нарушение адекватного кровообращения. Оценка резистентности микроциркуляции путем исследования эффективности функционального состояния резистивных сосудов – одна из ключевых проблем, связанных с кровообращением при артериальной гипертензии, сахарном диабете, феномене Рейно. В статье рассмотрены новейшие средства современной медицины – чат-бот-системы – и приведены некоторые пилотные результаты их апробации. В период карантинных ограничений, в том числе физического дистанцирования, особенно важен постоянный домашний контроль за лицами, нуждающимися в профилактике. Это можно осуществлять посредством простейших чат-бот-систем, которые описаны в статье.

Ключевые слова: вирус *CoViD-19*, резистивные артерии, микроциркуляция, чат-боты.

ВВЕДЕНИЕ

Новые тенденции и достижения в современном здравоохранении связаны с точной медициной, которая предполагает правильное вмешательство для нужного пациента в нужное время, изучение демографических проблем (рождаемость, рост и старение населения). Обеспечение доступного и качественного медицинского обслуживания для почти 10 млрд человек к 2050 году; технологические инновации в здравоохранении; исследование неинфекционных заболеваний (самая большая проблема для глобального здравоохранения); предотвращение и борьба с пандемиями – вот основные направления общественного здравоохранения, нацеленного на улучшение здоровья нации и снижение затрат населения на лечение. В современной медицине для этого существуют новые и инновационные подходы. Это ориентированные на пациентов и работающие на основе новых технологий медицинские проекты по информатике, информированию, искусственному интеллекту, робототехнике, технологиям визуализации нового поколения. Одним из расширяющихся технологических секторов в мировой индустрии здравоохранения является *IoT* (Интернет вещей). Эта вычислительная сеть, которая использует предметы-вещи со встроенными технологиями так, что становится возможным перестроить процессы исследования таким образом, чтобы исключить из этих процессов человеческий

© Манцкава М.М., 2020

Манцкава Майя Михайловна, д.б.н., профессор медицинской школы, начальник департамента реологии и диагностико-аналитических сервисов, Тбилиси

фактор. Наполнение концепции многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для её реализации началось в прошлом десятилетии этого века, лидируя в информационных технологиях благодаря распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, освоению программно-определяемых сетей. Согласно исследованию *Grand View Research*, прогнозировалось, что в 2025 году расходы на *IoT* для здравоохранения достигнут \$ 534,3 млрд [6]. Это ежегодный прирост в 19,9%. Технология *IoT* облегчит пациентам связь с медицинскими работниками в других частях земного шара, упростит для пациентов процесс обращения за медицинской помощью за границей и позволит большему количеству пациентов везде получить более дешевое, но одинаково хорошее лечение. Значение *IoT* будет возрастать, если стоимость лечения в западных странах будет продолжать повышаться, что в данный момент констатируется внутренним открытым мониторингом стран Западной Европы. Американские медицинские объекты характеризуются сравнительно стабильной ценовой политикой, однако коммуникационные проблемы возрастают с каждым годом, что приводит к увеличению затрат на лечение в общем. Одним из ключевых направлений *IoT* является мониторинг здоровья пациентов. Дистанционная медицина уже не является новшеством цифровой медицины и вносит свой большой положительный вклад в здравоохранение [5, 10]. Носимые устройства, такие как умные часы и браслеты для здоровья, уже становятся повседневными вещами. Они позволяют удаленно контролировать здоровье пациента и расширять возможности пациента лучше контролировать свое состояние [4, 7]. Одной из областей, где был достигнут значительный успех, является лечение диабета. Устройства мониторинга позволяют пациентам и их врачам отслеживать уровень глюкозы в крови, доставлять инсулин и анализировать потребление пищи. В течение следующих лет использование носимых устройств и лучшая интеграция *IoT* предоставят врачам более качественную информацию и помогут сократить сроки лечения [1, 9]. Совершенствование сенсорной технологии в сочетании со снижением затрат также способствует внедрению *IoT* [1].

По мере распространения подключенных медицинских устройств медицинские работники будут иметь доступ к более качественным данным. Подключенные устройства также передавали предупреждения в больницы, если пациенту требовалась неотложная помощь. Все данные, полученные с этих подключенных устройств, будут храниться в облаке (*iCloud*). Потребности стареющего населения в медицинских услугах возрастают с каждым годом. В первую очередь это связано с увеличением среднего возраста населения, увеличением количества населения преклонного возраста и с осознанием самими пациентами и их близкими возможности улучшения качества жизни в любом возрасте и при существующих основных и сопутствующих болезнях. Все это увеличит нагрузку на врачей. Поэтому очень важна такая медицинская информационная технология, которая равномерно распределит увеличившееся число запросов и тем самым не только не ухудшит уровень медицинских услуг, но и повысит уровень здравоохранения автономно, без помощи извне. Этот подход стал еще более актуальным и нужным в данный момент времени, когда количество инфицированных больных вирусом *CoViD-19* почти 4 млн человек. В условиях тотальной пандемии, самоизоляции и карантина инструменты, обладающие исследовательским, обследовательским, лечебным и диалоговым потенциалом на расстоянии, являются особенно интересными для лечебных организаций и для потенциальных потребителей услуг этих организаций. Медицинские чат-боты являются таким инструментом.

Чат-боты – это программы, которые могут отвечать на текстовые и/или слуховые вопросы благодаря усовершенствованным технологиям, включая машинное обучение и распознавание голоса. Чат-роботы все более изоциренно отвечают

на вопросы. На самом деле чат-боты должны быть в состоянии достичь уровня, на котором взаимодействие с ними не будет отличимым от взаимодействия с человеком. Как следствие, развитие рынка чат-ботов предполагается с помощью машинного обучения. Это позволяет поставить точный и эффективный диагноз пациенту. Первый медицинский бот появился пятьдесят лет назад. Система «Элиза» смогла смоделировать работу психотерапевта в области клиентоориентированной психотерапии: система задавала вопросы пациенту, перефразируя то, что он уже сказал, создавая видимость интеллектуальной беседы. Несомненно, в 70-е годы прошлого столетия такой подход был инновационным и в какой-то мере имел хороший терапевтический успех. Однако в современном техногенном мире однонаправленных коммуникаций и нехватки персонализации такая модель неадекватна. С накоплением большого количества медицинских данных стало возможным создавать более умные боты, которые анализируют ответы пациентов и задают уточняющие вопросы на их основе. Они помогают ускорить процесс сбора данных для анамнеза и даже установить предварительный диагноз и тем самым повысить качество и скорость медицинской помощи, снизить риски и вероятность ошибки. По оценкам *Business Insider*, через несколько лет 80% глобальных организаций, включая клиники и медицинские компании, будут внедрять чат-боты. Однако сегодня клиник и врачей, использующих такие технологии в своей работе, крайне мало. Внедрению ботов мешает множество факторов. Есть и технические трудности.

Медицинские данные часто плохо структурированы, люди по-разному описывают свои симптомы и не всегда могут точно сформулировать, что их беспокоит. Более того, один и тот же набор симптомов может быть индикатором нескольких заболеваний одновременно. Кроме того, для правильного выбора информации необходимо обучить алгоритму, понять контекст, а не просто вытащить ключевые слова из текста. Однако последняя проблема постепенно решается с увеличением объема накопленной и размеченной текстовой информации и с развитием алгоритмов машинного обучения. Кроме того, широкое распространение ботов сдерживается трудностями в регулировании их деятельности. Такие системы должны соответствовать законам, связанным с обработкой персональных данных пользователей. Например, в США чат-боты должны соответствовать Закону об ответственности и передаче данных медицинского страхования граждан (*HIPAA*). Нормы *HIPAA* регулируют сбор и обмен так называемой непубличной медицинской информацией о пациентах, отправляемых в любой форме: в электронном виде, по почте или в устной форме, и требуют полной конфиденциальности.

В Грузии вообще нет законодательных регуляций по поводу внесения чат-ботов в перечень медицинских услуг. Тем более сейчас, с внедрением комендантского часа и карантина, связанных с пандемией на фоне вируса *CoViD-19*, устранение правовых недостатков по этому поводу будет задерживаться. Предложенный нами вариант пришлось бы регистрировать как медицинское устройство, что усложнило бы и увеличило время от разработки до его внедрения и использования. Даже при нормальном социальном раскладе, который был до 11 марта 2020 года, этот процесс бы затянулся. Да и не так все это было важно тогда, когда врачи могли принимать непосредственное участие в разработке таких услуг и на каждом этапе контролировать результаты, полученные решения, мониторить выводы. Но сейчас создание чат-ботов имеет большое значение для маркетингового направления с целью поддержания финансовой составляющей органов здравоохранения, кроме того, имеет решающее и непосредственное значение для улучшения качества жизни пациентов, для мониторинга пациентов с риск-факторами по отношению к заражению новым вирусом *CoViD-19*, для оптимизации времени врачей и генерации их заработной платы.

Все это является вспомогательными факторами превенции пандемии. Конечно, начатая сейчас разработка чат-ботов должна продолжиться и после отмены карантина, и исследование эффективности должно продолжаться и после выхода чат-бота на рынок.

Предложенный нами чат-бот был основан на взаимодействии нескольких разноконфигурационных ниш: периферия (целевые группы) – пациенты с различными проблемами кровообращения (артериальная гипертензия, диабет, феномен Рейно), специальный канал, центр. Так как проблемы кровообращения возможно с точки зрения простейшего функционального обобщения свести к изменению функционирования резистивных артерий, мы сделали краткий анатомо-физиологический обзор, не задаваясь целью детально описать нозологию, патогенез и этиологию болезней. Резистивные сосуды (иногда резистентные, иногда сосуды сопротивления) – это концевые артерии и артериолы с толстыми гладкомышечными стенками, способными при сокращении изменять величину просвета, что является основным механизмом регуляции кровоснабжения различных органов и систем. Будучи на анатомическом рубеже, они отвечают за адекватность транспортной и трофической функции крови, иной раз обеспечивая гиперволемию, а иногда гипоксию тканей, например адаптационный ответ. Резистивные артерии, подобно кранам, регулируют кровообращение в целом и являются особым незаменимым звеном гемодинамики и реологии крови, принимая также немалое участие в упорядочении равновесия коагуляционно-антикоагуляционной систем, хотя физиологическая роль резистивных артерий в последнем неочевидна. Здесь можно говорить о стимулировании ангиогенеза вследствие истощения антикоагуляционных сил против коагуляционных, но это вопрос фундаментальной реологии, и в формате нашего исследования рассматриваться не будет.

Целью нашей работы было конструирование чат-ботов, где наш интерес пал на резистивные артерии как диагностические зоны. Пациенты по специальным каналам направляют в центр данные о реакциях резистивных артерий, которые обрабатываются и возвращаются рекомендационным ответом по тем же каналам. В статье представлены пилотные инновационные исследования, продиктованные особым периодом самоизоляции в условиях пандемии, вызванных вирусом *CoViD-19*. Создание чат-ботов само по себе инновационная и интересная тема. Но реальная жизнь в условиях пандемии усиливает актуальность вопроса. С точки зрения диагностико-исследовательского компонента оценка функционального состояния резистивных артерий является новшеством. Все это в комплексе повышает значимость и актуальность статьи в целом.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании взаимодействуют несколько разноконфигурационных ниш. Одна из них целевые группы – пациенты с различными проблемами кровообращения (артериальная гипертензия, диабет, феномен Рейно), и контрольная группа (практически здоровые люди соответствующего среднего возраста). Коммуникации с представителями целевых групп и контроля рассеяны по каналам, информация дуально распространяется в центры, где аккумулируется, обрабатывается и посылается обратно.

На концах каналов нами была использована модификация запатентованного неинвазивного метода автора. Легкий в использовании метод дает возможность быстро оцифровывать данные с их дальнейшей стандартизацией. Бот, назовем его «Голосом врача», имел частоту порядка 3 000 Герц. На концах каналов были пациенты: 8 пациентов с артериальной гипертензией, 18 пациентов с первым типом сахарного диабета, 15 пациентов с феноменом Рейно. Пациенты были подобраны приблизительно с одним уровнем знаний и осведомленности о своей болезни (ни один из пациентов

не имел медицинского образования). Состояние всех добровольцев контрольной группы ($n = 18$) соответствовало дефиниции соматического здоровья («практически здоров»). Возраст пациентов и представителей контрольной группы колебался от 20 до 55 лет в дальнейшем для возрастных градаций контрольных значений. Был составлен специальный вопросник, который не контролировал наследственные факторы предрасположенности.

Сам тест, который проводил пациент на втором конце канала, представлял не что иное, как собственноручное измерение общего артериального давления манометром, но одновременно являлся упрощенным вариантом оценки резистентности резистивных артерий: коэффициент резистентности резистивных артерий M рассчитывался формулой $M = (V_{п. исх} / V_{фон}) 100\%$, где $V_{п. исх}$ – скорость объемного кровотока в месте пульсации на запястье после стандартной ишемии длительностью в 1 мин; $V_{фон}$ – скорость объемного фонового кровотока в месте пульсации на запястье без воздействия [8].

Для стандартизации данных всем пациентам задолго до эксперимента были выданы одинаковые манометры со стандартной компрессионной манжетой типа *SM* (*Omron, SM Medics CS 107*). «Голос врача» рекомендовал измерить давление и записать данные, далее после первичного измерения давления «Голос врача» рекомендовал нагнать в грушу воздух настолько, чтобы пульсация прекратилась для возникновения ишемии резистивных артерий. После этого по рекомендации «Голоса врача» пациент отпускал грушу, к этому времени развивалась постишемическая гиперемия. И далее в условиях постишемической гиперемии пациент измерял давление заново и записывал значение, отправляя в центр данные о первичном и постишемическом измерениях артериального давления, где и обрабатывались эти данные. Анализ малых рядов проводили при помощи статистического анализатора *Origin (Microsoft, USA)*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ввиду поставленной задачи мы получили три ряда разных результатов. Обработав статистически все результаты по группам, сравнив их между собой и с контрольной группой и сверив с результатами оценки резистивных артерий, полученных специализированным тестом исследования резистентности артерий, получили результаты, характерные для нозологий. Это легко объяснить тем, что функциональное состояние резистивных артерий и процесс ремоделирования зависят от функциональных и морфологических изменений, приводящих к нарушению сосудистых функций [2]. Включенные в исследования пациенты страдали именно сосудистыми патологиями, поэтому изменения резистентности резистивных артерий по сравнению с контролем налицо. Резистивные артерии – это главные регуляторы кровообращения, включенные в приводящую и демпфирующую системы. Приводящая функция обеспечивает доставку адекватного количества кислорода к тканям и органам в соответствии с их запросами, а это соответствие регулируется посредством изменения диаметров сосудов, которые иной раз приводят не только к замедлению кровотока, но и к так называемому ослеплению капилляров, что является равносильным закупорке просветов на концах микроциркуляторной сети. Демпфирующая функция обеспечивается эластичностью сосудов, в основном обеспечивает выравнивание волновых колебаний крови, которое нарушается с увеличением жесткости артериальной стенки. Состояние резистивных артерий невозможно детально описать без реологических и коагуляционно-антикоагуляционных свойств. Естественно, что, говоря о сосудистых патологиях, в терапевтических целях нельзя не прибегнуть к упорядочению реологических величин и контролю антикоагуляции [2, 3].

Хотя исследование такого направления не было главной целью нашей работы. Даже наоборот, наш интерес пал на исследование резистентности резистивных артерий как таковых в связи с возможностью облачной оценки, оценки на расстоянии и впоследствии создания чат-ботов не только для урегулирования фонового эмоционального состояния больного, но и для демонстрации того, что возможна удаленная диагностика путем примитивных исследований [1]. Наши исследования все больше приобретают прикладной характер, в особенности сейчас, когда главная стратегия – это рекомендации по физическому дистанцированию, особенно людей возраста 60 лет и более, а также людей с сопутствующими болезнями, относящимися к группам риска. Протокол наших исследований был подтвержден в рамках международного проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пилотные исследования по планированию специализированных чат-бот-систем, определяющих индекс резистентности резистивных артерий как один из самых совершенных физических показателей коэффициента микроциркуляции, который особенно важен при таких заболеваниях, как артериальная гипертензия, сахарный диабет и феномен Рейно, проводились в рамках международного мультидисциплинарного проекта. В рамках проекта участники проводят консолидированные исследования по разным научным направлениям с целью оптимизирования и адаптации существующей ситуации на фоне пандемии, связанной с вирусом *CoViD-19*. Обобщение результатов, полученных в рамках проекта, поможет принять превентивные меры в будущем в случае необходимости. Успешное завершение проекта в конкретном направлении обеспечит создание целевых чат-ботов с возможностью дальнейшей реконструкции и усовершенствования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Всей технической команде Мультидисциплинарной высшей научной школы, участвовавшей в проекте G3P/2020_JJP_Con_01.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лагутенков А. Тихая экспансия интернета вещей // Наука и жизнь. – 2018. – № 5. – С. 38–42.
2. Назарова О.А., Назаров А.В. Поражение сосудов при артериальной гипертензии // Вестник ИвГМА. – 2012. – № 2. – С. 60–66.
3. Обрезан А.Г., Бицадзе Р.М. Структура сердечно-сосудистых заболеваний у больных сахарным диабетом 2-го типа, диабетическая кардиомиопатия как особое состояние миокарда // Вестник СПбГУ. Сер. 11. Медицина. – 2008. – № 2. – С. 47–50.
4. Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S. Fog computing and its role in the internet of things. – URL: <http://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2012/paper/mcc/p13.pdf> (accessed 8 May 2020).
5. Evans D. The Internet of things. How the next evolution of the Internet is changing everything. – URL: www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (accessed 8 May 2020).
6. Grand view research. – URL: www.grandviewresearch.com (accessed 8 May 2020).
7. LeHong H. Hype cycle for the internet of things, 2012. – URL: www.gartner.com/en/documents/2096616 (accessed 27 July 2012).
8. Mantkava M.M. New noninvasive method for measuring coefficient of microcirculation // Russian Journal of Biomechanics. – 2016. – Vol. 20, no. 1. – P. 58–63.
9. Shelby Z., Bormann C. 6LoWPAN: The wireless embedded Internet – Part 1: Why 6LoWPAN? – URL: www.eetimes.com/6lowpan-the-wireless-embedded-internet-part-1-why-6lowpan/ (accessed 23 May 2011).
10. The 3rd Annual Internet of Things Europe 2011. – URL: www.eu-ems.com/summary.asp?event_id=70&page_id=495 (accessed 1 January 2012).

CHATBOTS AS INNOVATIONS OF DIGITAL MEDICINE. NEW PROSPECTS OF THE RESEARCH DURING VIRUS COVID-19 PANDEMIC

M.M. Mantskava (Tbilisi, Georgia)

During the virus CoViD-19 pandemic, people at risk deserve special attention. One of the reasons that risk factors form is a violation of adequate blood circulation. Evaluation of microcirculation resistance by studying the effectiveness of the functional state of resistive vessels is one of the key issues of blood circulation, which plays a very important role at arterial hypertension, diabetes mellitus, Raynaud's phenomenon. In this article, we had discussed the new approaches to the construction of chatbot systems, also we had presented some pilot results about their testing. In situation today, during the period of social restrictions and recommendations on physical distance in the period of the quarantine, people, in need of prevention especially, must have constant control in home. It's very especially important. This can be done with the simplest chatbot systems that are described in the article.

Key words: virus *CoViD-19*, resistive arteries, microcirculation, chatbots.

Получено 10 мая 2020