

ISSN print 2712-9217 • №3 (8) • сентябрь • 2022
ISSN online 2712-9225 • DOI 10.29188/2712-9217

РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

RUSSIAN JOURNAL OF TELEMEDICINE AND E-HEALTH

■ Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека: возможности и ограничения

■ Телемедицинские технологии в практическом здравоохранении – опыт телемедицинского центра города Москвы

■ Мониторинг уровня глюкозы крови: возможности современных глюкометров

Портативный анализатор мочи «ЭТТА АМП-01» на тест-полосках

Экспресс-анализ мочи

- Используется для проведения экспресс-анализа проб мочи
- Построен на современных фотоэлектрических и микропроцессорных технологиях



Вес: 180 г

300 анализов на одном заряде батареи

Ресурс: 5000 исследований

Гарантия 12 месяцев

Беспроводной протокол передачи данных

Простота эксплуатации

Результат за 1 минуту

Бесплатное мобильное приложение

- Условия применения:

в медицинских учреждениях, для проведения выездных обследований,
для частного применения в домашних условиях

11 исследуемых параметров



➤ ИССЛЕДУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

1. Глюкоза (GLU)
2. Билирубин (BIL)
3. Относительная плотность (SG)
4. pH (PH)
5. Кетоновые тела (KET)
6. Скрытая кровь (BLD)
7. Белок (PRO)
8. Уробилиноген (URO)
9. Нитриты (NIT)
10. Лейкоциты (LEU)
11. Аскорбиновая кислота (VC)



РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ И ЭЛЕКТРОННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций,
свидетельство ПИ № ФС 77 – 74021 от 19.10.2018

ISSN print 2712-9217; ISSN online 2712-9225; <https://doi.org/10.29188/2712-9217>

02 июня 2021 г. в запись о регистрации СМИ внесены изменения Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций в связи с изменением названия, изменением языка, уточнением тематики

ЦЕЛЬ ИЗДАНИЯ – информирование ученых, организаторов здравоохранения, практикующих врачей о реальных возможностях применения и об эффективности различных информационно-коммуникационных систем в медицине.

НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ – электронное здравоохранение, телемедицина, медицинская информатика и кибернетика, мобильное здоровье, организация здравоохранения, дистанционное обучение, страховая медицинская телематика, медицинская аппаратура, биомедицинская инженерия, биоинформатика.

АУДИТОРИЯ – врачи всех специальностей, главные врачи ЛПУ, руководители IT-отделов ЛПУ, инженеры и разработчики медицинской техники и медицинского оборудования, руководители и сотрудники информационно-аналитических центров.

УЧРЕДИТЕЛЬ: Шадеркин Игорь Аркадьевич

Журнал представлен в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

РЕДАКЦИЯ:

Издательский дом «УроМедиа»

Руководитель проекта В.А. Шадеркина

Дизайнер О.А. Белова

Редактор Д.М. Монаков, к.м.н.

Корректор Ю.Г. Болдырева

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

JTelemed.ru

Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения

Том 8. № 3. 1–56

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3>

Адрес и реквизиты редакции:

Издатель: ИД «УроМедиа»: 105094 Москва, ул. Золотая, 11

Тел.: +7 (926) 017-52-14; e-mail: info@uromedia.ru; editor@jtelemed.ru; viktoriashade@gmail.com

Редакция не несет ответственности за содержание публикуемых рекламных материалов.

В статьях представлена точка зрения авторов, которая может не совпадать с мнением редакции.

Перепечатка материалов разрешается только с письменного разрешения редакции.

Отпечатано в типографии «Тверская фабрика печати».

Тираж 500 экз.


<http://jtelemed.ru>

Russian Journal of Telemedicine and E-Health

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of communications, information technology and mass communications, certificate PI No. FS 77 – 74021 dated 19.10.2018

ISSN print 2712-9217; ISSN online 2712-9225; <https://doi.org/10.29188/2712-9217>

On June 2, 2021, the record on media registration was amended by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technology and Mass Media due to the change in the name, change of the language, clarification of the subject matter



THE PURPOSE OF THE JOURNAL is to inform scientists, healthcare managers, medical practitioners about the real application possibilities and the effectiveness of various information and communication systems in medicine.

THE SCIENTIFIC SPECIALIZATION OF THE JOURNAL is health, telemedicine, medical informatics and cybernetics, mobile health, healthcare organization, distance learning, medical insurance telematics, medical equipment, biomedical engineering, bioinformatics.

THE AUDIENCE OF THE JOURNAL consists of doctors of all specialties, chief doctors of healthcare facilities, heads of IT departments of healthcare facilities, engineers and developers of medical equipment, managers and employees of information and analytical centers.

FOUNDER: Igor Shaderkin

The journal is represented in the Russian Science Citation Index (RSCI)

EDITORIAL:

PUBLISHING HOUSE «UROMEDIA»

Project manager V.A. Shaderkina

Designer O.A. Belova

Editor D.M. Monakov, Ph.D.

Proofreader Yu.G. Boldyreva

CONTACT INFORMATION:

JTelemed.ru

Russian Journal of Telemedicine and E-Health

Volume 8. No. 3. 1-56

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3>

Address and details of the editorial office:

Publisher: Publishing House «UroMedia»: 105094 Moscow, st. Zolotaya, 11

Tel .: +7 (926) 017-52-14; e-mail: info@uromedia.ru; editor@jtelemed.ru; viktoriashade@gmail.com

The editors are not responsible for the content of published advertising materials.

The articles represent the point of view of the authors, which may not coincide with the opinion of the editorial board.

Reprinting of materials is allowed only with the written permission of the publisher.

Printed at the Tver Printing Factory.

500 copies.

<http://jtelemed.ru>

Благодарность рецензентам

Сотрудники редакции «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» выражают огромную признательность всем экспертам, которые принимают участие в работе над каждым выпуском журнала – отбирают самые качественные исследования, самые смелые экспериментальные работы, самые полные литературные обзоры и уникальные клинические случаи.

Ваша работа, коллеги, позволяет журналу повысить профессиональный уровень и предоставлять урологическому сообществу действительно новый качественный специализированный материал.

Огромное количество научных публикаций, поступающих на рассмотрение в редакцию журнала, не всегда соответствует высоким требованиям международных изданий. Вместе с редакцией наши рецензенты в свое личное время и совершенно бескорыстно выбирают достойные статьи, дорабатывают их для своевременной подготовки к публикации.

Ваши безупречные теоретические знания, бесценный практический опыт, умение работать в команде позволяют всегда найти правильные решения, которые соответствуют цели, задачам и редакционной политике нашего журнала.

Число рецензентов «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» постоянно растет – в настоящее время это более 10 ученых из России и зарубежных стран.

Выражаем благодарность рецензентам за детальный и скрупулезный анализ статей «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения» №3 за 2022 г.

***С уважением и благодарностью,
редакция «Журнала телемедицины и электронного здравоохранения»***

To the Reviewers: Letter of Appreciation

The editorial board members of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» is very grateful to all the experts, taking part in the workflow on each journal issue, selecting the highest quality research, the most daring experimental works, the most complete literature reviews and unique clinical cases.

Dear colleagues, your work allows to improve the journal professional level and provide the urological community with new high-quality specialized content.

A huge number of scientific publications, submitted to the journal editorial board, does not always meet the strict requirements of international publications. In cooperation with the editorial staff, our reviewers choose worthy articles and selflessly modify them for timely preparation for publication.

Your impeccable theoretical knowledge, invaluable practical experience and skill to work in a team allow you to find the only correct solutions that correspond with the goal, objectives and editorial policy of our journal.

The number of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» reviewers is constantly growing – currently there are more than 10 scientists from Russia and foreign countries.

We express our gratitude to the reviewers for a detailed and thorough analysis of the articles of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health» № 3 (2022).

With respect and gratitude, the editorial board members of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health».

***With respect and gratitude,
the editorial board of the «Russian Journal of Telemedicine and E-Health»***

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: Владзимирский А.В. – д.м.н., заместитель директора по научной работе ГБУЗ г. Москвы «НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ» (Россия, Москва)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: Шадеркин И.А. – к.м.н., заведующий лабораторией электронного здравоохранения Института цифровой медицины Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет, Россия, Москва)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ: Шадеркина В.А. – научный редактор портала Uroweb.ru (Россия, Москва)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА:

Аполихин О.И. – член-корр. РАН, д.м.н, профессор, Директор НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (Россия, Москва)

Гусев А.В. – к.т.н., руководитель GR-направления ассоциации «Национальная база медицинских знаний», эксперт компании «К-МИС» (Россия, Петрозаводск)

Зеленский М.М. – шеф-редактор Evercare.ru (Россия, Москва)

Калиновский Д.К. – к.м.н., доцент кафедры хирургической стоматологии ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького» (Донецк, ДНР)

Кузнецов П.П. – д.м.н., профессор, руководитель проектного офиса «Цифровая трансформация в медицине труда» ФГБНУ «НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова» (Россия, Москва)

Лебедев Г.С. – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой информационных и интернет-технологий Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Россия, Москва)

Монаков Д.М.– к.м.н., врач-уролог ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина (Россия, Москва)

Натензон М.Я., к.т.н., академик РАЕН, Председатель совета директоров НПО «Национальное телемедицинское агентство» (Россия, Москва)

Сивков А.В. – к.м.н., заместитель директора по научной работе НИИ урологии и интервенционной радиологии им. Н.А. Лопаткина – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (Россия, Москва)

Столяр В.Л. – к.б.н., заведующий кафедрой медицинской информатики и телемедицины ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (Россия, Москва)

Царегородцев А.Л. – к.т.н., доцент кафедры систем обработки информации, моделирования и управления ФГБОУ ВО «Югорский государственный университет» (Россия, Ханты-Мансийск)

М. Джорданова – кандидат наук, научный сотрудник Института космических исследований и технологий Болгарской академии наук (София, Болгария)

Ф. Ливенс – MBA, исполнительный секретарь Международного общества телемедицины и электронного здравоохранения (Гримберген, Бельгия)

П. Михова, – М.С., руководитель Программного совета Департамента здравоохранения и социальной работы Нового Болгарского Университета (София, Болгария)

EDITORIAL BOARD:

CHIEF EDITOR: Vladzimirskyy A.V. – MD, PhD, Deputy Director for Scientific Work, Moscow State Budgetary Healthcare Institution «Scientific and Practical Center of Diagnostics and Telemedicine Technologies DZM» (Russia, Moscow)

DEPUTY CHIEF EDITOR: Shaderkin I.A. – PhD, Head of the e-Health Laboratory of the Institute of Digital Medicine of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Sechenov University, Russia, Moscow)

EXECUTIVE SECRETARY: Shaderkina V.A. – scientific editor of the portal Uroweb.ru (Russia, Moscow)

EDITORIAL BOARD OF THE JOURNAL:

Apolikhin O.I. – Corresponding member RAS, MD, PhD, Professor, Director of the Research Institute of Urology and Interventional Radiology N. Lopatkina – branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Radiology» of the Ministry of Health of Russia (Russia, Moscow)

Gusev A.V. – Ph.D., head of the GR-direction of the association «National base of medical knowledge», expert of the company «K-MIS» (Russia, Petrozavodsk)

Zelensky M.M. – Editor-in-chief Evercare.ru (Russia, Moscow)

Kalinovsky D.K. – PhD, Associate Professor of the Department of Surgical Dentistry of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Donetsk National Medical University named after M. Gorky» (Donetsk, DPR)

Kuznetsov P.P. – MD, PhD, Professor, Head of the Project Office «Digital Transformation in Occupational Medicine» of the FSBSI «Research Institute of Occupational Medicine. Academician N.F. Izmerov» (Russia, Moscow)

Lebedev G.S. – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Information and Internet Technologies of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Russia, Moscow)

Monakov D.M. – PhD, GBUZ GKB im. S.P. Botkina (Russia, Moscow)

Natenzon M.Ya. – Ph.D., Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chairman of the Board of Directors of the NPO National Telemedicine Agency (Russia, Moscow)

Sivkov A.V. – PhD, Deputy Director for Scientific Work of the Research Institute of Urology and Interventional Radiology named after N.A. Lopatkina – branch of the Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Radiology» of the Ministry of Health of Russia (Russia, Moscow)

Stolyar V.L. – Ph.D., Head of the Department of Medical Informatics and Telemedicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peoples' Friendship University of Russia» (Russia, Moscow)

Tsaregorodtsev A.L. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Processing Systems, Modeling and Control of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Yugorsk State University» (Russia, Khanty-Mansiysk)

M. Jordanova – PhD, Researcher in Space Research & Technology Institute, Bulgarian Academy of Sciences (Sofia, Bulgaria)

F. Lievens – MBA, Executive Secretary of International Society for Telemedicine and eHealth (Grimbergen, Belgium)

P. Mihova, – M.S., Head of Program council, Department of Health care and Social Work, New Bulgarian University (Sofia, Bulgaria)

СОДЕРЖАНИЕ

Содержание	6
------------------	---

■ **ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

И.А. Шадеркин, В.А. Шадеркина Взаимодействие клинической и диагностической медицины. Результаты интернет-опроса врачей.	7
М.Д. Пахуридзе, Н.П. Лямина, А.С. Безымянный Телемедицинские технологии в практическом здравоохранении – опыт телемедицинского центра города Москвы.	15

■ **АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

Е.А. Каталевская, А.Ю. Сизов, Л.И. Гилемзянова Алгоритм искусственного интеллекта для сегментации патологических структур на сканах оптической когерентной томографии сетчатки глаза.	21
М.М. Зеленский, Е.Ю. Грицкевич Мониторинг уровня глюкозы крови: возможности современных глюкометров.	28

■ **МНЕНИЕ ЭКСПЕРТА**

И.А. Шадеркин Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека: возможности и ограничения.	45
--	----

Contents	6
----------------	---

■ **ORIGINAL RESEARCH**

I.A. Shaderkin, V.A. Shaderkina Interaction of clinical and diagnostic medicine. Results of an online survey of doctors	7
M.D. Pakhuridze, N.P. Lyamina, A.S. Bezymyanny Telemedicine technologies in practical healthcare – the experience of the Moscow telemedicine center.	15

■ **ANALYTICAL REVIEW**

E.A. Katalevskaya, A.Yu. Sizov, L.I. Gilemzianova Artificial intelligence algorithm for segmentation of pathological structures on optical coherence tomography scans.	21
M.M. Zelensky, E.Yu. Gritskevich Blood glucose monitoring: the capabilities of modern glucometers.	28

■ **EXPERT OPINION**

I.A. Shaderkin Remote monitoring of human health and the environment: opportunities and limitations	45
---	----

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-7-14>

Взаимодействие клинической и диагностической медицины. Результаты интернет-опроса врачей

Оригинальное исследование

И.А. Шадеркин¹, В.А. Шадеркина²

¹ Институт цифровой медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); д. 1, стр. 2, Абрикосовский пер., Москва, 119435, Россия

² Урологический информационный портал Uroweb.ru; д. 11, ул. Золотая, Москва, 105094, Россия

Контакт: Шадеркина Виктория Анатольевна, viktoriasshade@uroweb.ru

Аннотация:

Введение. Исторически в советском и потом в российском здравоохранении сложилась практика разделения всех врачей на клиницистов и диагностов. Диагностические врачебные специальности являются прикладными, которые не могут существовать без клинических. Но и врачи клинических специальностей ограничены в применении диагностических возможностей в рамках своего приема/работы. На данном этапе развития российской медицины существование клинических и диагностических специальностей друг без друга трудно осуществимо.

Материалы и методы. С 17 марта по 30 июня 2022 года авторы статьи провели интернет опрос врачей «Ваш взгляд на взаимодействие клиницистов и диагностов» на профессиональных интернет-площадках: <https://uroweb.ru>, <https://g-academy.ru>, <https://fortoday.ru>, <https://proctoweb.ru>. Всего в опросе приняли участие 898 врачей-специалистов.

Результаты. Наиболее активными участниками были клиницисты – 831 врач (92,54% от всех участников) – 543 только клиницисты (60,47%), 131 (14,59%) специалисты, совмещающие клиническую работу с диагностическим направлением и 157 (17,48%) клиницистов, имеющих дополнительную диагностическую специальность. Диагностов было 64 человека (7,13%). По нашим данным 513 врачей (57,13%) довольно часто знакомятся с первичными данными исследований, 273 (30,4%) делают это периодически. Подавляющее число врачей – и клиницистов, и диагностов – считают необходимым наличие доступа к первичным данным диагностических исследований – 868 (96,66%) специалистов, но 14 (1,56%) врачей не видят в этом смысла.

Выводы. Совместная работа клиницистов и диагностов будет способствовать повышению качества оказываемой медицинской помощи. Необходимы разработка и внедрение отечественных аппаратно-программных комплексов для всеобщей цифровизации медицины (пример – RoboScore). Цифровые технологические решения стирают барьеры между врачами и способствуют коммуникации между клиницистами и диагностами. Стандартизация подходов, внедрение словарей, единой онтологии способствует преодолению семантической разобщенности специалистов. Сближение групп специалистов может привести к слиянию компетенций. В ближайшее время, если это подтвердит клиническая и экономическая эффективность, будут востребованы специалисты, обладающие смежными компетенциями за счет знания технологических инструментов.

Ключевые слова: опрос врачей; клиническая медицина; диагностическая медицина; цифровизация медицины; RoboScore.

Для цитирования: Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Взаимодействие клинической и диагностической медицины. Результаты интернет-опроса врачей. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2022;8(3):7-14; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-7-14>

Interaction of clinical and diagnostic medicine. Results of an online survey of doctors

Original research

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-7-14>

I.A. Shaderkin¹, V.A. Shaderkina²

¹ Institute of Digital Medicine of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Sechenov University), Abrikosovskiy per., 1, bldg. 2, Moscow, 119435, Russia

² Urological information portal Uroweb.ru, Zolotaya st., 11, Moscow, 105094, Russia

Contact: Viktoria A. Shaderkina, viktoriasshade@uroweb.ru

Introduction. Historically, there is separation of physicians as clinicians and diagnosticians in the Soviet and Russian healthcare. Diagnostic medical specializations are applied and thus they can't exist without clinical specializations. But clinicians are also restricted in using diagnostic tools during their routine work. Existing of clinical and diagnostic specialties without each other is impossible at this stage of the Russian healthcare.

Materials and methods. From March 17th to June 30th 2022 we conducted an internet survey «Your point of view on the interaction between clinicians and diagnosticians» among physicians via using professional internet sites: <https://uroweb.ru>, <https://g-academy.ru>, <https://ortoday.ru>, <https://proctoweb.ru>. 898 physicians participated in our survey.

Results. The most active participants were clinicians: 831 physicians (92,54% of all participants) – 543 only clinicians (60,47%), 131 (14,58%) clinicians that combine clinical work with diagnostics, 157 (17,48%) clinicians that have additional diagnostic specialty. 64 (7,13%) persons were diagnosticians. According to our data, 513 (57,13%) physicians often study raw data of examinations, 273 (30,4%) do this periodically. The overwhelming amount of physicians, both clinicians and diagnosticians, consider access to raw data of diagnostic examinations essential (868 persons or 96,66%) but 14 (1,56%) physicians see no reasons for it.

Conclusion. Clinicians and diagnosticians working together will contribute to increase of healthcare quality. Development and implementation of national hardware and software systems for global medicine digitalization (Roboscope, for example) are necessary. Digital technological solutions erase the barriers between physicians and lead to communication between clinicians and diagnosticians. Standardization of methods, implementation of dictionaries, global ontology contributes to overcoming semantic disunity of specialists. Groups of specialists convergence may lead to fusion of competences. Soon specialists with knowledges in related spheres will be in demand due to knowledges of technological tools, but only if clinical and economical efficiency confirm it.

Key words: a survey of physicians; clinical medicine; diagnostic medicine; healthcare digitalization; Roboscope.

For citation: Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Interaction of clinical and diagnostic medicine. Results of an online survey of doctors. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2022;8(3)7-14; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-7-14>

■ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время согласно Номенклатуре медицинских специальностей, утвержденных Минздравом России 26.02.2019, существует 3 категории врачебных специальностей – основные (9 – специалитет), базовые (49 – после ординатуры) и специальности, требующие специализированной подготовки (49 – ординатура на основе базовой специальности). Из 49 базовых специальностей к клиническим относятся 41.

Исторически в советском и потом в российском здравоохранении сложилась практика разделения всех врачей на клиницистов и диагностов. Первая категория врачей – клиницисты – непосредственно контактируют с пациентами, собирают анамнез, назначают обследования, ставят диагноз и назначают лечение. Главное отличие врачей-диагностов состоит в том, что они не ставят диагнозы, а дают заключение по результатам того или иного обследования. По своей сути, диагностические врачебные специальности являются прикладными, которые не могут существовать без клинических. Но и врачи клинических специальностей ограничены в применении диагностических возможностей в рамках своего приема/работы.

На данном этапе развития российской медицины существование клинических и диагностических специальностей друг без друга трудно осуществимо.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С 17 марта по 30 июня 2022 года авторы статьи провели интернет опрос врачей на профессиональных интернет-площадках: <https://uroweb.ru>, <https://g-academy.ru>, <https://ortoday.ru>, <https://proctoweb.ru>.

Опрос можно было пройти только после идентификации пользователя на ресурсе, что исключало возможность повторного ответа. В опросе не было разделения на географические регионы РФ.

Структура опроса представляла собой 3 блока: общий, часть для клиницистов и часть для диагностов. В зависимости от специализации врача, он должен был заполнить только 2 блока. Всего в опросе приняли участие 898 врачей-специалистов.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Наиболее активными участниками были клиницисты – 831 врач (92,54% от всех участников) – 543 только клиницисты (60,47%), 131 (14,59%) специалисты, совмещающие клиническую работу с диагностическим направлением и 157 (17,48%) клиницистов, имеющих дополнительную диагностическую специальность. Диагностов было 64 человека (7,13%) (рис. 1). Клиницисты были представлены урологами, гинекологами, терапевтами, оториноларингологами, проктологами.

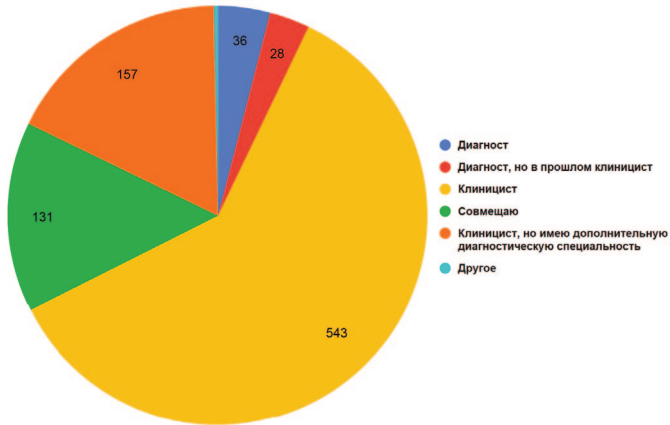


Рис. 1. Какой род врачебной деятельности Вы представляете?
Fig. 1. What kind of medical practice do you represent?

Учитывая возрастающие требования к врачам, многие из них постоянно совершенствуют свои профессиональные навыки, приобретают дополнительные врачебные специальности. Но даже не имея подтверждения своей дополнительной специальности, большинство врачей довольно часто нуждаются в ознакомлении с первичными данными. Это позволяет принять решение о той или иной тактике в отношении пациентов, особенно если это касается хирургического вмешательства. По нашим данным 513 врачей (57,13%) довольно часто знакомятся с первичными данными исследований, 273 (30,4%) делают это периодически. Оставшиеся специалисты 63 (7,02%) не видят в этом смысла или не смогут самостоятельно ознакомиться и интерпретировать полученные результаты (рис. 2).

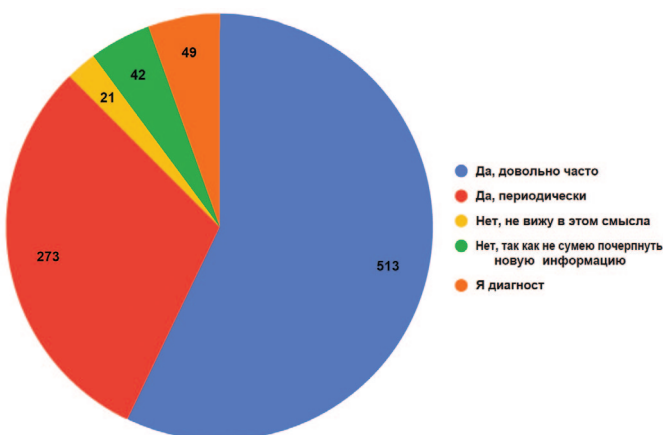


Рис. 2. Нуждаетесь ли Вы как клиницист в возможности доступа к первичным данным диагностического исследования (источникам – непосредственно снимкам КТ, МРТ, гистологическим стеклам и т.д.)?
Fig. 2. Do you, as a clinician, need to be able to access the primary data of a diagnostic study (source data – direct CT, MRI images, histological glasses, etc.)?

Даже несмотря на самостоятельное изучение первичных данных, в некоторых случаях необходима дополнительная консультация с врачом-диагностом для уточнения деталей, мо-

гущих повлиять в дальнейшем на принятие решения. Всегда обсуждают первичные данные или заключения 130 (14,48%) опрошенных, периодически делают это 640 (71,27%) врачей – всего 85,75% (рис. 3). Примечательно, что 37 (4,12%) врачей ответили, что обсудить данные не с кем. Возможно, что это врачи из небольших ЛПУ, отправляющих пациентов в диагностические межрайонные или городские/областные центры, и не имеющие преемственности.

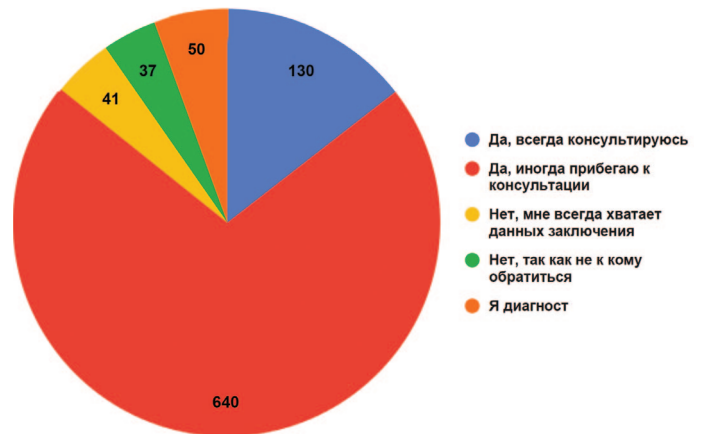


Рис. 3. Нуждаетесь ли Вы как клиницист в дополнительной консультации с врачом-диагностом (консилиум, обсуждение по телефону и т.д.)?
Fig. 3. Do you, as a clinician, need additional consultation with a diagnostician (council, telephone discussion, etc.)?

Некоторые пациенты нуждаются в повторном исследовании – такого мнения придерживаются 119 (13,25%) и 672 (74,83%) опрошенных специалистов (рис. 4).

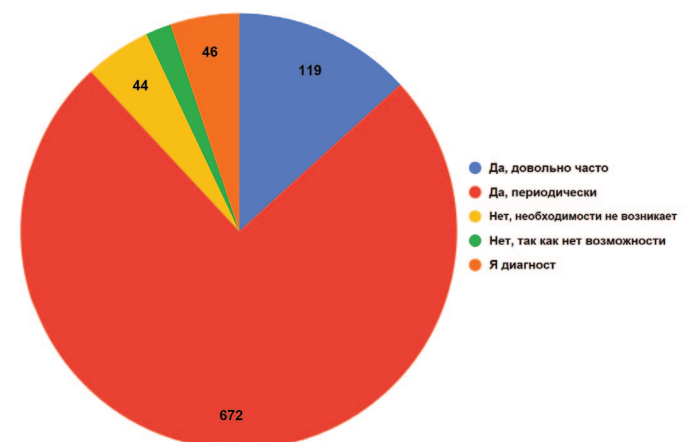


Рис. 4. Вы как клиницист при необходимости направляете пациента на повторное исследование?
Fig. 4. As a clinician, do you refer the patient for re-examination if necessary?

Причинами направления на повторное исследование или получение «второго» мнения по нашим данными стали желание получить мнение других специалистов для повышения качества исследования и принятия решения – 429 (47,77%), ►►

не устраивает качество лечения – 133 (14,81%), не устраивает качество заключения – 176 (19,6%), считают, что лучше перепроверить 57 (6,35%) и с целью динамического наблюдения 18 (2%) врачей. Только 42 (4,68%) опрошенных не считают нужным это делать (рис. 5).



Рис. 5. Почему Вы как клиницист прибегаете ко второму мнению или повторному исследованию?
Fig. 5. Why do you, as a clinician, resort to a second opinion or re-examination?

Второй блок вопросов касался врачей диагностов и отражал их взгляды на клиничко-диагностический поиск. К врачам диагностам относились и специалисты, имеющие смежные клинические и диагностические специальности. 31 (3,45%) опрошенных утверждают, что к ним никогда не обращаются клиницисты за получением исходных данных исследований; 95 (10,58%) – крайне редко, 193 (21,49%) – иногда. Таким образом, можно отметить невысокую активность клиницистов, либо они получают исходные данные от пациентов (рис. 6). Приблизительно такие

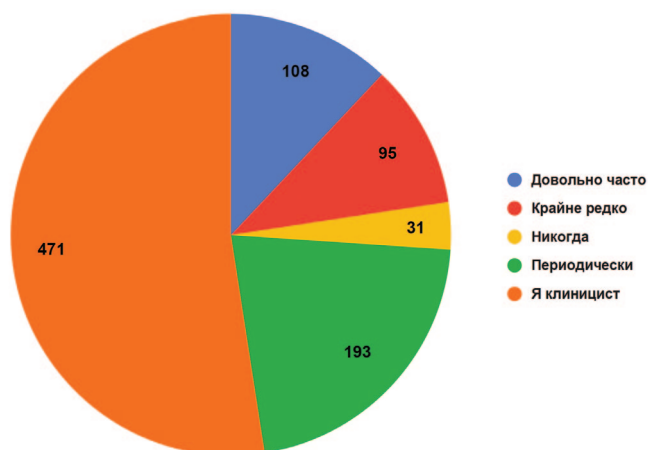


Рис. 6. Как часто к Вам как диагносту обращаются клиницисты за исходными данными диагностического исследования?
Fig. 6. How often do clinicians turn to you as a diagnostician for the initial data of a diagnostic study?

же результаты и при взаимодействии клиницистов и диагностов для обсуждения конкретных исследований (рис. 7).

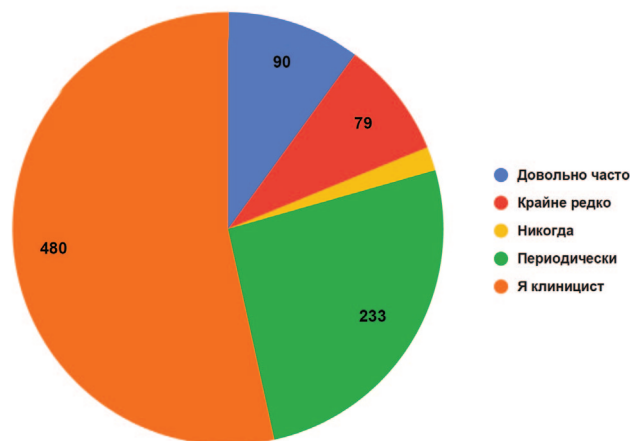


Рис. 7. Как часто к Вам как диагносту обращаются клиницисты за консультацией по конкретному исследованию?
Fig. 7. As a diagnostician, how often do clinicians turn to you for advice on a particular study?

107 (11,92%) диагностов отметили, что к ним довольно часто обращаются клиницисты или пациенты за повторным исследованием или консультацией, 240 (26,73%) – периодически обращаются, 61 (6,79%) – крайне редко (рис. 8).

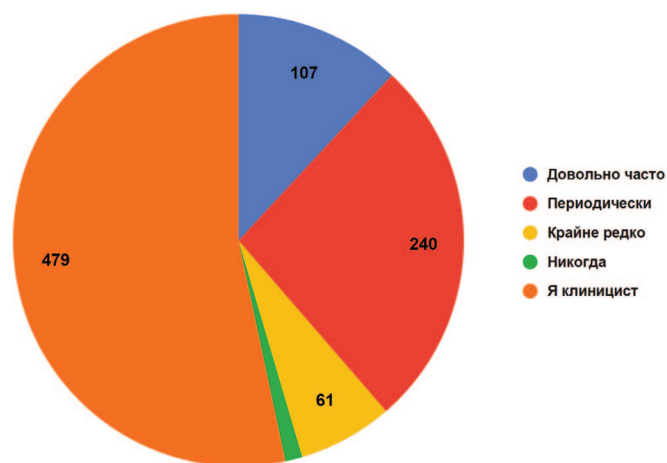


Рис. 8. Как часто к Вам как диагносту обращаются клиницисты или пациенты за повторным исследованием или консультацией?
Fig. 8. How often do clinicians or patients turn to you as a diagnostician for a second examination or consultation?

Однако не все диагносты не готовы участвовать в обсуждении клинических случаев, консилиумах, сложно утверждать почему – отсутствие времени, перегрузки и переработки, нежелание выходить за рамки своей повседневной работы, отсутствие возможности дополнительной оплаты, неверие в то, что их мнение будет учтено – не видят смысла 2 (0,22%), нет возможности у 6 (0,67%), маловероятно – 14 (1,56%) диагно-

стов. Оптимистично выглядят цифры диагностов или уже участвующих в профессиональных обсуждениях, либо как минимум, считающих их возможными и полезными – 382 (42,54%) (рис. 9).

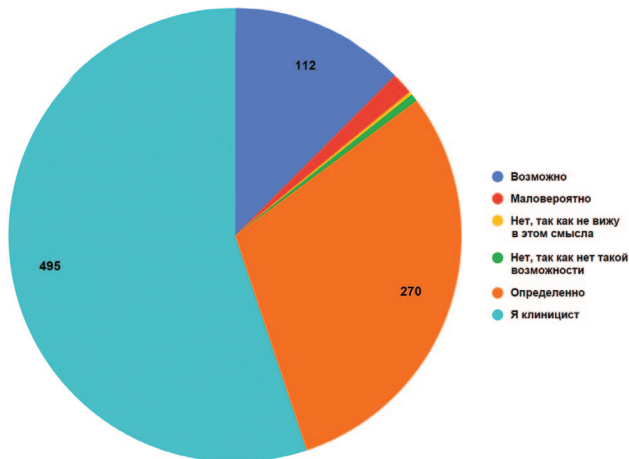


Рис. 9. Готовы ли Вы как диагност оказывать консультации клиницистам или принимать участие в обсуждении клинического случая?
Fig. 9. As a diagnostician, are you ready to provide consultations to clinicians or take part in the discussion of a clinical case?

Подавляющее число врачей – и клиницистов, и диагностов – считают необходимым наличие доступа к первичным данным диагностических исследований (рис. 10). Такой точки зрения придерживаются в общей сложности 868 (96,66%) специалистов, но 14 (1,56%) врачей не видят в этом смысла.

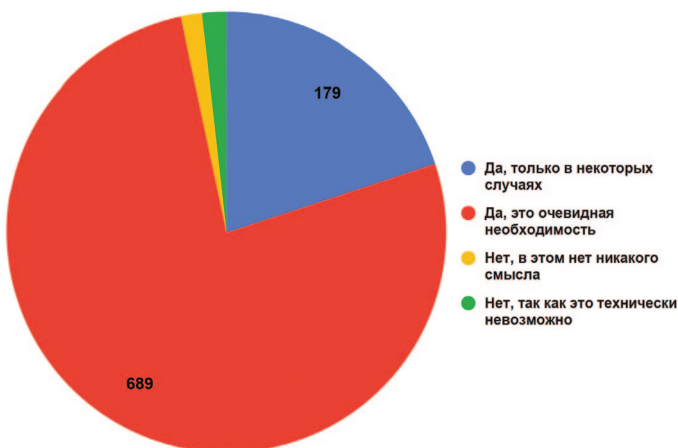


Рис. 10. Как Вы считаете, должны ли врачи всех специальностей иметь доступ к первичным данным диагностических исследований?
Fig. 10. In your opinion, should physicians of all specialties have access to primary data from diagnostic studies?

833 (92,76%) из врачей, принявших участие в опросе, считают, что совместная работа клиницистов и диагностов будет способствовать повышению качества оказываемой медицинской помощи (рис. 11), с чем трудно не согласиться.

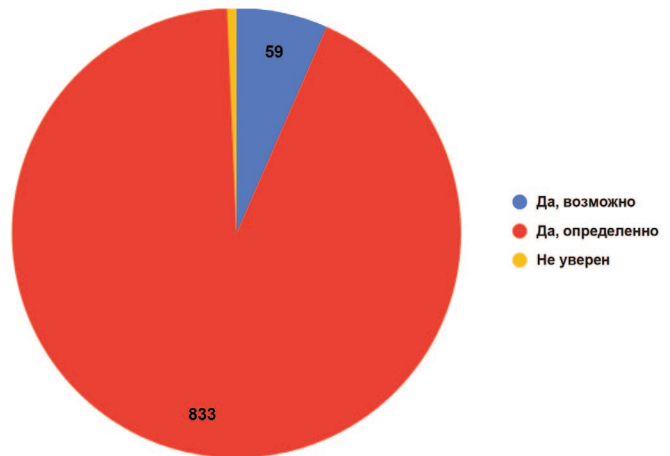


Рис. 11. Как Вы считаете совместная работа клиницистов и диагностов будет способствовать повышению качества оказываемой медицинской помощи?
Fig. 11. How do you think the joint work of clinicians and diagnosticians will improve the quality of medical care?

Однако для этого необходимо устранить факторы, мешающие осуществлению коллегиального взаимодействия. Среди таких факторов приблизительно в равных долях были названы дефицит кадров и компетенций, отсутствие желания, необходимости, технологические барьеры (отсутствие оборудования и т.д.), низкий уровень цифровизации медицинской службы (рис. 12).



Рис. 12. Как Вы считаете, что мешает совместной работе клиницистов и диагностов? (Можно выбрать несколько вариантов ответа)
Fig. 12. What do you think hinders the joint work of clinicians and diagnosticians? (Multiple answers can be selected)

В рамках проводимого опроса был задан вопрос о степени доверия врачей технологиям искусственного интеллекта и системам принятия врачебных решений (ИИ, СПВР). Частично готовы 541 (60,24%) врачей, с оговоркой, что это значительно упрощает работу, но финальное слово должно оставаться за врачом; 74 (8,24%) ►►

врачей полностью готовы, но также будут проверять результаты. Категорически отрицают возможность применения ИИ/СПВР в общей сложности 270 (30,07%) опрошенных (рис. 13). При



Рис. 13. Готовы ли Вы довериться технологиям ИИ (СПВР) в вопросах постановки диагноза и анализа диагностического исследования?
Fig. 13. Are you ready to trust in AI technologies (ASVR) in matters of diagnosis and analysis of a diagnostic study?

этом только 12,9% опрошенных считают ИИ и технологии глубокого машинного обучения перспективным методом развития медицины. Из других «прорывных» технологий медицинского будущего врачи назвали цифровые платформы хранения и анализа медицинских данных – 28,5%, цифровизацию исследований 25,8%, телемедицину и теледиагностику 19,3%, роботизацию оборудования – 13,1% (рис. 14).

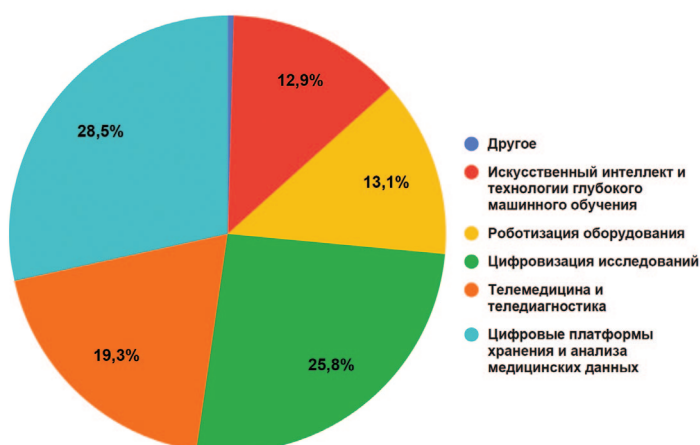


Рис. 14. Какие направления развития диагностических технологий в медицине Вы считаете наиболее перспективными? (Можно выбрать несколько вариантов ответа)
Fig. 14. What areas of development of diagnostic technologies in medicine do you consider the most promising? (Multiple answers can be selected)

В рамках данной статьи хотелось бы представить еще один опрос врачей, касающийся взаимодействия клиницистов и диагностов и имеющий более узкую аудиторию – урологов и

патоморфологов, который проводился на профессиональном интернет-ресурсе для урологов <https://uroweb.ru>. В опросе приняли участие 540 специалистов [1]. Результаты были доложены на Конгрессе Российского общества урологов в 2019 году [2].

В этом опросе было всего 3 вопроса:

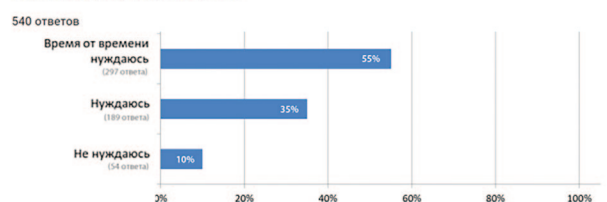
1. Нуждаетесь ли Вы в еще одном мнении врача-патологоанатома после получения гистологического заключения?

2. После получения патологоанатомического заключения направляете ли Вы пациента для повторной консультации микропрепаратов для получения второго мнения?

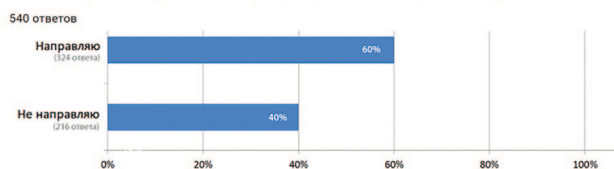
3. По какой причине Вам необходимо второе мнение?

Суммируя его данные, можно отметить, что 90% опрошенных специалистов (55% и 35%) нуждаются в получении еще одного мнения патологоанатома после получения гистологического заключения, после получения патологоанатомического заключения 60% урологов прибегают к повторной консультации и получению «второго мнения» патологоанатомов, причиной чего в 15% случаев является привычка все перепроверять, 57,5% просто желание получить еще одно мнение, недоверие первому результату – 27,5% (рис. 15 А, Б, В).

Нуждаетесь ли Вы в еще одном мнении врача-патологоанатома после получения гистологического заключения?



После получения патолого-анатомического заключения направляете ли Вы пациента для повторной консультации микропрепаратов для получения второго мнения?



По какой причине Вам необходимо второе мнение?

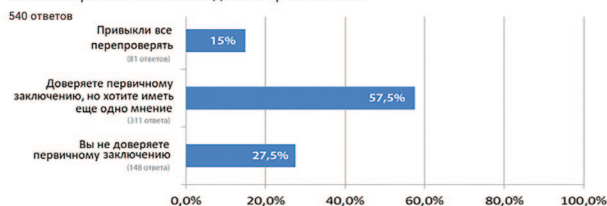


Рис. 15. Результаты опроса урологов и патоморфологов 2019
Fig. 15. Results of the survey of urologists and pathologists 2019

■ ОБСУЖДЕНИЕ

В последние несколько лет многие специалисты говорят о значительном разобщении диагностических и клинических специальностей – они редко контактируют, проводят совместные консилиумы, даже используют разную терминологическую базу. При этом на клиницистах лежит основная ответственность за окончательное принятие врачебного решения по выбранной лечебной стратегии, основанной на диагностическом поиске. Чтобы преодолеть это разъединение врачи вынуждены получать дополнительные специальности, чаще всего – врача функциональной диагностики, реже – патологоанатома и др.

Тем не менее, в российском здравоохранении есть дополнительные методы решения проблемы разобщенности специалистов, примером чему может стать патологоанатомическая служба [3, 4].

Проблемы патологоанатомической службы (ПАС) обусловлены значительной нагрузкой на врачей-патологоанатомов, недостаточностью оснащения патологоанатомических штатов, отсутствием недорогих решений для оцифровки стекол и цифровой (облачной) системы для хранения и передачи оцифрованных данных. В отрасли давно назрела потребность в изменении работы специалистов, внедрении новых технологий, которые позволят оптимизировать и облегчить работу с патологоанатомическим материалом, о чем неоднократно заявляла д.м.н., профессор, академик РАЕН, директор Института клинической морфологии и цифровой патологии ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) Татьяна Александровна Демура [5].

В настоящее время цифровизация патологоанатомической службы недостаточна и идет очень медленно – оцифровывается только 5% от общего числа гистологических препаратов [6].

Цифровая трансформация ПАС должна охватить все звенья специальности – от электронной медицинской карты до искусственного интеллекта и аппаратно-программных комплексов [7].

RoboScore позволяет автоматизированно (без участия человека) проводить сканирование и оцифровку гистопрепаратов в открытом и широко применяемом в России и мире формате DICOM. Он не просто автоматизирует многие процессы, связанные с патоморфологическими исследованиями, но и улучшает их качество и повышает точность по-

становки диагноза [8]. В дальнейшем это создаст возможности для формирования датасетов, применения машинного обучения и искусственного интеллекта, для обучения на виртуальных препаратах, внедрения теленаставничества, развития телемедицины и патоморфологии. А доступ к информации широкого круга врачей как раз создаст условия для междисциплинарного подхода при ведении сложных пациентов, чего так не хватает врачам сегодня.

Цифровая патоморфология – это не только оцифровка стекол, но и перевод на цифровую платформу всего процесса, от момента постановки диагноза, выполнения хирургической манипуляции, до анализа цифровых снимков и участия в этом процессе пациента, подчеркнул докладчик. Отдельные блоки, которые должны составлять единую цифровую патоморфологическую платформу, уже существуют, однако требуется усилие и время, чтобы объединить это в единую цифровую платформу [9].

■ ВЫВОДЫ

1. Проведенный нами опрос российских врачей показал, что абсолютное большинство клиницистов (85,75%) хотят иметь доступ к первичным данным диагностического исследования (снимкам КТ, МРТ, гистологическим стеклам и т.д.) и иметь возможность провести консилиум с диагностом. Опрошенные убеждены, что совместная работа клиницистов и диагностов будет способствовать повышению качества оказываемой медицинской помощи.

2. Необходимы разработка и внедрение отечественных аппаратно-программных комплексов для всеобщей цифровизации медицины. Примером цифровизации патологоанатомической службы может быть российский аппаратно-программный комплекс RoboScore.

3. Цифровые технологические решения стирают барьеры между врачами и способствуют коммуникации между клиницистами и диагностами. Стандартизация подходов, внедрение словарей, единой онтологии способствует преодолению семантической разобщенности специалистов.

4. Сближение групп специалистов может привести к слиянию компетенций. В ближайшее время, если это подтвердит клиническая и экономическая эффективность, будут востребованы специалисты, обладающие смежными компетенциями за счет знания технологических инструментов. ▀

ЛИТЕРАТУРА

1. Уролог + патоморфолог – а как поступаете Вы? [Электронный ресурс]. [Urologist + pathologist – what do you do? [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: <https://uroweb.ru/poll/urolog--patomorfolog---a-kak-postupaete-vi>.
2. Окишев А.В., Говоров А.В., Васильев А.О., Бормотин А.В., Прилепская Е.А., Пушкарь Д.Ю. Роль «гистофьюжн» при биопсии предстательной железы. Конгресс Российского общества урологов 2019. [Okishev A.V., Govorov A.V., Vasiliev A.O., Borbotin A.V., Prilepskaya E.A., Pushkar D.Yu. The role of "histofuge" in prostate biopsy. Congress of the Russian Society of Urologists 2019. (In Russian)].
3. Дьяченко В.Г., Авдеев А.Н., Евсеев А.Н. Перспективы реформы патологоанатомической службы Дальнего Востока России. *Вестник общественного здоровья и здравоохранения Дальнего Востока России* 2018;4(33):1. [Dyachenko V.G., Avdeev A.N., Evseev A.N. Prospects for the reform of the pathoanatomical service of the Russian Far East. *Vestnik obshchestvennogo zdorov'ya i zdavoohraneniya Dal'nego Vostoka Rossii = Bulletin of Public Health and Healthcare of the Russian Far East* 2018;4(33):1. (In Russian)].
4. Круглова И.А., Зиновьев С.В., Уткин О.В., Денисенко А.Н., Ильинская О.Е., Москвичев М.А. Цифровое изображение в практике цитолога: экспериментальное исследование. *Клиническая лабораторная диагностика* 2019;64(11):649-653. [Kruglova I.A., Zinoviev S.V., Utkin O.V., Denisenko A.N., Ilyinskaya O.E. Digital image in the practice of a cytologist: an experimental study. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = The Russian Clinical Laboratory Diagnostics* 2019;64(11):649-653. (In Russian)].
5. Цифровая трансформация патологоанатомической службы: мост между клиницистом и патологоанатомом. [Электронный ресурс]. [Digital transformation of the pathology service: a bridge between the clinician and the pathologist. [Electronic resource]. (In Russian)]. URL: [https://evercare.ru/news/cifrovaya-transformaciya-patologoanatomich-](https://evercare.ru/news/cifrovaya-transformaciya-patologoanatomich-eskoj-sluzhby-most-mezhdu-klinicistom-i)
6. Состояние и основные задачи развития патологоанатомической службы Российской Федерации. Отраслевое статистическое исследование за 2020 год. Под ред. Франка Г.А., Стародубова В.И. [The state and main tasks of the development of the pathoanatomical service of the Russian Federation. Industry statistical study for 2020. Ed. Frank G.A., Starodubova V.I. (In Russian)].
7. Ремез А.И., Журавлев А.С., Фаттахов А.О., Павлова В.А. Цифровая патология в России: опыт и перспективы. *РМЖ Медицинское обозрение* 2018;2(6):19-21. [Remez A.I., Zhuravlev A.S., Fattakhov A.O., Pavlova V.A. Digital pathology in Russia: experience and perspectives. *RMZh Medicinskoe obozrenie = RMJ Medical Review* 2018;2(6):19-21. (In Russian)].
8. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Тertychnyy А.С., Шадеркина А.И. Цифровая патоморфология: создание системы автоматизированной микроскопии. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(4):27-47. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Tertychnyy A.S., Shaderkina A.I. Digital pathomorphology: creation of an automated microscopy system. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdavoohraneniya = The journal of telemedicine and e-Health* 2021;7(4):27-47. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-27-47>.
9. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Тertychnyy А.С., Шадеркина А.И., Анциферова Е.О., Лебедева Н.А. Цифровая трансформация патологоанатомической службы как путь повышения качества медицинской помощи. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2022;8(1):16-40. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Tertychnyy A.S., Shaderkina A.I., Anciferova E.O., Lebedeva N.A. Digital transformation of the pathological service as a way to improve the quality of medical care. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdavoohraneniya = The journal of telemedicine and e-Health* 2022;8(1):16-40 (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-1-16-40>.

Сведения об авторах:

Шадеркин И.А. – к.м.н., заведующий лабораторией электронного здравоохранения Института цифровой медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова; Москва, Россия; info@uroweb.ru, Author ID 695560

Шадеркина В.А. – научный редактор урологического информационного портала UroWeb.ru; Москва, Россия; viktoriashade@uroweb.ru, Author ID 880571

Вклад авторов:

Шадеркин И.А. – дизайн исследования, определение научного интереса, 50%
Шадеркина В.А. – написание текста статьи, 50%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 12.08.22

Рецензирование: 29.08.22

Результаты рецензирования: 11.09.22

Принята к публикации: 15.09.22

Information about authors:

Shaderkin I.A. – PhD, Head of the Laboratory of Electronic Health, Institute of Digital Medicine, Sechenov University; Moscow, Russia; info@uroweb.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Shaderkina V.A. – Scientific editor of the urological information portal UroWeb.ru; Moscow, Russia; viktoriashade@uroweb.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8940-4129>

Authors contributions:

Shaderkin I.A. – study design, definition of scientific interest, 50%
Shaderkina V.A. – writing the text of the article, 50%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 12.08.22

Reviewing: 29.08.22

Peer review results: 11.09.22

Accepted for publication: 15.09.22

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-15-20>

Телемедицинские технологии в практическом здравоохранении – опыт телемедицинского центра города Москвы

Оригинальное исследование

М.Д. Пахуридзе¹, Н.П. Лямина², А.С. Безымянный³

¹ ГБУЗ «Центр медицинской профилактики» ДЗМ; д. 39, ул. Маршала Бирюзова, Москва, 123060, Россия

² ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины» ДЗМ; д. 53, стр. 1, ул. Земляной Вал, Москва, 105120, Россия

³ ГКУ города Москвы «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций Департамента здравоохранения города Москвы»; д. 3, 2-й Автозаводский пр., Москва, 115280, Россия

Контакт: Пахуридзе Мариам Давидовна, dr.mariam89@mail.ru

Аннотация:

Введение. В последние годы наблюдается быстрое развитие телемедицины (ТМ), что обусловлено реальной необходимостью в здравоохранении. В марте 2020 года в структуре Центра медицинской профилактики Департамента Здравоохранения города Москвы было организовано новое подразделение – ТМ центр ДЗМ. Основной задачей центра являлось предоставление дистанционной консультативной медицинской помощи жителям города Москвы. Врачебные консультации средствами ТМТ в ТМ центре ДЗМ осуществляются в рамках двустороннего диалога врача с пациентом.

Цель публикации: представить особенности организационной и лечебно-профилактической работы ТМ центра ДЗМ по направлению телемедицинского консультирования «врач-пациент».

Материалы и методы. Для описательной части статьи и структуры работы ТМ центра ДЗМ использованы закон образующие документы ДЗМ, аналитические отчеты ТМ центра ДЗМ за период работы 2020–2022 год и внутренние регламентирующие документы и материалы работы по системе поддержки врачебных и пациентских решений.

Результаты. Врачами ТМ центра ДЗМ с марта 2020 проведено более 2 миллионов дистанционных консультаций по направлению «врач-пациент». В систему оказания медицинской помощи города Москвы специалистами центра успешно внедрены: телемедицинские консультации различной категории пациентов, динамическое наблюдение за состоянием пациентов и взаимодействие врачей ТМ центра ДЗМ с отделениями медицинской профилактики в поликлиниках города Москвы. Телемедицинское консультирование в формате «врач-пациент» организационное ТМ центром ДЗМ значительно расширяет возможности оказания медицинской помощи населению по диагностическому, лечебному и профилактическим направлениям.

Заключение. Организация работы ТМ центра в городе Москва доказало свою эффективность и может транслироваться как модель организации ТМ центров в национальную систему здравоохранения для других регионов страны.

Ключевые слова: телемедицина; дистанционное консультирование; направление консультирования «врач-пациент».

Для цитирования: Пахуридзе М.Д., Лямина Н.П., Безымянный А.С. Телемедицинские технологии в практическом здравоохранении – опыт телемедицинского центра города Москвы. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2022;8(3):15-20; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-15-20>

Telemedicine technologies in practical healthcare – the experience of the Moscow telemedicine center

Original study

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-15-20>

M.D. Pakhuridze¹, N.P. Lyamina², A.S. Bezmyanny³

¹ Center for Medical Prevention, 39, st. Marshal Biryuzov, Moscow, 123060, Russia

² Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, 53, building 1, st. Zemlyanoy Val, Moscow, 105120, Russia

³ «Directorate for Coordinating the Activities of Medical Organizations of the Department of Health of the City of Moscow» 3, 2nd Avtozavodsky pr., Moscow, 115280, Russia

Contact: Mariam D. Pakhuridze, dr.mariam89@mail.ru

Introduction. In recent years, there has been a rapid development of telemedicine (TM), which is due to the real need for healthcare. In March 2020, a new subdivision was organized in the structure of the Center for Medical Prevention of the Department of Health of the City of Moscow – TM Center Moscow Department of Health (MDH). The main objective of the center was to provide remote advisory medical

care to residents of the city of Moscow. Medical consultations by means of TMT in the TM center of MDH are carried out within the framework of a two-way dialogue between a doctor and a patient.

The purpose of the publication: to present the features of the organizational and treatment-and-prophylactic work of the TM center of the MDH in the direction of telemedicine consulting «doctor-patient».

Materials and methods. For the descriptive part of the article and the structure of the work of the TM center of the MDH, the law-forming documents of the MDH, analytical reports of the TM center of the MDH for the period of work 2020–2022, and internal regulatory documents and materials on the support system for medical and patient decisions were used.

Results. Since March 2020, the doctors of the TM center of the MDH have conducted more than 2 million remote consultations in the "doctor-patient" direction. In the medical care system of the city of Moscow, the specialists of the center have successfully introduced: telemedicine consultations for various categories of patients, dynamic monitoring of the condition of patients and the interaction of doctors of the TM center of the MDH with medical prevention departments in the clinics of the city of Moscow. Telemedicine consulting in the «doctor-patient» format organized by the TM center of the MDH significantly expands the possibilities of providing medical care to the population in diagnostic, therapeutic and preventive areas.

Conclusion. The organization of the work of the TM center in the city of Moscow has proved its effectiveness and can be translated as a model for organizing TM centers in the national health care system for other regions of the country.

Key words: telemedicine; remote consultations; «doctor-patient» consulting direction.

For citation: Pakhuridze M.D., Lyamina N.P., Bezymyanniy A.S. Telemedicine technologies in practical healthcare – the experience of the Moscow telemedicine center. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2022;8(3)15-20; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-15-20>

■ ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается быстрое развитие телемедицины (ТМ), что обусловлено реальной необходимостью в здравоохранении.

Согласно Федеральному закону РФ № 323-ФЗ, ТМ относится к медицинским технологиям и определена как телемедицинская технология (ТМТ) [1]. В применении ТМТ наша страна занимает не последнее место в мире, хотя глубина проникновения ТМТ в здравоохранение в российских регионах очень разная. В целом Россия находится на IIБ этапе зрелости, на котором активно развивается не только ТМ консультирование, но и дистанционный мониторинг с применением интернета медицинских вещей [2].

С 2016 года в национальном здравоохранении ведется комплексная работа по созданию IT-инфраструктуры Федеральной четырехуровневой телемедицинской системы Министерства здравоохранения России, по созданию вертикально ориентированных медицинских кластеров. Пока инфраструктура Российской национальной телемедицины в здравоохранении обеспечивается Федеральными телемедицинскими консультационными центрами (всего их 21 в стране), созданных на базе Национальных Медицинских Исследовательских Центров, которые обеспечивают телемедицинские консультации в формате «врач-врач» [3]. Однако потребность в телемедицинских консультациях в формате «врач-пациент» в последнее время резко возрастает, обусловленная необходимостью в увеличении доступности медицинской помощи насе-

лению, повышении ее качества, в формировании индивидуального подхода к пациентам, а также современными вызовами в медицине.

Московский регион на сегодня является одним из передовых, который работает по направлению телемедицинского консультирования «врач-пациент» на базе телемедицинского центра Департамента Здравоохранения города Москвы (ТМ центр ДЗМ). В марте 2020 года в структуре Центра медицинской профилактики Департамента Здравоохранения города Москвы было организовано новое подразделение – ТМ центр ДЗМ. Основной задачей центра являлось предоставление дистанционной консультативной медицинской помощи жителям города Москвы. Врачебные консультации средствами ТМТ в ТМ центре ДЗМ осуществляются в рамках двустороннего диалога врача с пациентом.

Цель публикации – представить особенности организационной и лечебно-профилактической работы ТМ центра ДЗМ по направлению телемедицинского консультирования «врач-пациент».

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для описательной части статьи и структуры работы ТМ центра ДЗМ использованы закон образующие документы ДЗМ и Департаментом информационных технологий города Москвы (ДИТ), аналитические отчеты ТМ центра ДЗМ за период работы 2020–2022 год и внутренние регламентирующие документы и материалы работы по системе поддержки врачебных и пациентских решений.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Первоначально ТМ центр ДЗМ оказывал дистанционную консультативную медицинскую помощь жителям города Москвы с подтвержденной коронавирусной инфекцией COVID-19, состояние которых не требует стационарного лечения [4]. Но в процессе работы возникли еще задачи для ТМ центра ДЗМ – работа с пациентами в рамках проведения клинических исследований вакцины против коронавирусной инфекции, а также участие врачей центра в проекте «Здоровая Москва».

В настоящее время в задачи работы ТМ центра ДЗМ входит:

- оценка состояния здоровья пациентов с COVID-19, которые лечатся на дому, принятие решения о необходимости проведения очного осмотра врачом поликлиники или врачом бригады скорой помощи, коррекция при необходимости ранее назначенного лечения дистанционное динамическое медицинское наблюдение пациентов;
- оценка состояния здоровья пациентов – участников клинического исследования;
- оценка состояния здоровья пациентов, посетителей павильонов «Здоровая Москва».

Для эффективной работы ТМ центра ДЗМ были разработаны: структура, штаты, правила работы врача телемедицинского центра, требования к проведению телемедицинской консультации, а также критерии оценки работы врачей ТМЦ [4].

С целью выполнения задач работы центра ДИТ была разработана специальная онлайн-платформа для оказания телемедицинских услуг и осуществления консультаций «врач-пациент», определены информационные системы участвующие в работе центра: (ТМИС-Телемедицинская информационная система; ЕМИАС – Единая медицинская информационно-аналитическая система города Москвы).

Врачебные консультации средствами ТМТ осуществляются в рамках двустороннего диалога врача с пациентом. С этой целью были разработаны системы поддержки врачебных решений и система поддержки пациентских решений для проведения дистанционных консультаций:

- речевой модуль врачебных консультаций для врача ТМ центра по ведению пациентов с коронавирусной инфекцией, речевой модуль врачебных консультаций для врача ТМ центра по ведению пациентов – участников клинического исследования и речевой модуль врачебных консультаций для

врача ТМ центра по ведению пациентов – посетителей павильонов «Здоровая Москва»;

- стандартизированный протокол проведения консультаций с пациентами с коронавирусной инфекцией, включающий обязательные для заполнения поля: жалобы пациента, данные объективного осмотра и состояния пациента, рекомендации; заполненный протокол проведения консультации обязательно размещается в электронной медицинской карте пациента;

- стандартизированный протокол проведения консультаций и динамического наблюдения пациентов – участников клинического исследования, включающий обязательные для заполнения поля: жалобы пациента, данные объективного осмотра и состояния пациента, рекомендации; заполненный протокол проведения консультации обязательно размещается в электронной медицинской карте пациента;

- протокол осмотра после посещения павильона «Здоровая Москва» – включающий обязательные для заполнения поля: жалобы пациента, данные объективного осмотра и состояния пациента, интерпретация отклонений в лабораторных и инструментальных методах исследования рекомендации и маршрутизация на дополнительные исследования или консультацию специалиста; заполненный протокол проведения консультации обязательно размещается в электронной медицинской карте пациента;

- «Дневник добровольца» – пациента, участвующего в клиническом исследовании, включающий обязательные для заполнения поля: жалобы пациента, общее состояние пациента, рекомендации; заполненный протокол проведения консультации обязательно размещается в электронной медицинской карте пациента.

Также для проведения дистанционных консультаций были разработаны необходимые инструменты:

- мобильное приложение для пациента «Телемедицинский центр ДЗМ», которое позволяет пациенту через личный кабинет запросить консультацию специалиста ТМ центра в круглосуточном режиме;
- видеоконференцсвязь врача с пациентом, позволяющая установить визуальный контакт между врачом и пациентом, а также возможность получить объективные данные о состоянии пациента – общее состояние, сознание, цвет кожи, положение в пространстве, тест на одышку, оценка цифровых показателей изделий медицинского назначения. ►►

Особое место в структуре работы центра, занимают немедицинские сотрудники, операторы технической поддержки, которые осуществляют первый-доврачебный звонок пациенту, с целью решения технических вопросов по видеоконференцсвязи – подключение видеокамеры, микрофона и к мобильному приложению, при необходимости запрос консультации врача в мобильном приложении.

Порядок ежедневной работы врача ТМ центра ДЗМ

Консультация врача ТМ центра ДЗМ выполняется в полном соответствии с принятыми стандартами и протоколами оказания медицинской помощи [4, 5]. Консультация врача ТМ центра выполняется в соответствии с нормативными федеральными документами: только после первичной консультации специалистом очно в медицинской организации [1].

Методика опроса во время консультации, включает в себя:

- идентификацию пациента;
- сбор жалоб;
- сбор данных истории заболевания;
- сбор данных истории жизни;
- сбор данных по органам и системам.

Во время проведения консультации в формате онлайн данные вносятся в электронную медицинскую карту и являются доступными специалистам амбулаторного звена и пациенту в его личном кабинете в приложении. В процессе внесения данных врач пользуется системой поддержки врачебных решений (стандартизированный протокол проведения консультаций пациентов с коронавирусной инфекцией, стандартизированный протокол проведения консультаций пациентов – участника клинического исследования; стандартизированный протокол проведения консультаций пациентов – посетителя павильона «Здоровая Москва»), определяет дальнейшую тактику ведения (необходимость очного осмотра, вызов бригады скорой медицинской помощи, дополнительного обследования) и при наличии показаний проводит коррекцию лечения, дает рекомендации по соблюдению режима труда и отдыха, по образу жизни.

Любые визуальные и диагностические материалы, направляемые лично пациентом, рассматриваются как вторичные и имеющие высокие риски относительно диагностической ценности.

За врачом ТМ центра закреплены также задачи по осуществлению динамического наблюдения за состоянием пациента в процессе наблюдения с оценкой тяжести его состояния, а также мониторинга жизненно важных показателей в процессе наблюдения.

Особенности дистанционного консультирования пациентов с коронавирусной инфекцией

Перед началом консультации врач изучает электронную медицинскую карту пациента (протоколы, дневники самоконтроля пациента, результаты клинико-лабораторных и инструментальных исследований).

Во время консультации проводится:

- оценка текущего состояния пациента (выявление симптомов ухудшения самочувствия, определение дальнейшей тактики ведения и наблюдения);
- определяются рекомендации для пациентов;
- коррекция лекарственной терапии (по показаниям).

В случае выявления ухудшения врач ТМ центра ДЗМ должен направить пациента на очный прием в медицинскую организацию, находящуюся в непосредственной близости от фактического места проживания, для проведения необходимых исследований. В любой ургентной ситуации, возникшей в процессе ТМК «пациент – врач», врач ТМ центра ДЗМ обязан организовать предоставление пациенту экстренной и неотложной медицинской помощи:

- осуществляет вызов бригады скорой медицинской помощи;
- удостовериться, что оказание необходимой помощи начато или пациент транспортируется в медицинскую организацию.

При завершении консультации в ЕМИАС формируется протокол осмотра; в ТМИС фиксируется окончательный статус консультации (рис. 1).

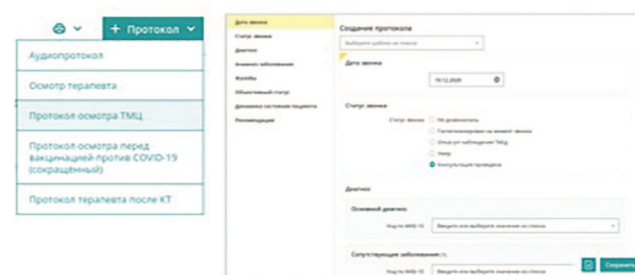


Рис. 1. Использование системы ЕМИАС в работе
Fig. 1. Use of the UMIAS system in work

Особенности дистанционного консультирования пациентов, ставших участниками клинических исследований.

С сентября 2020 по сентябрь 2021 года врачи ТМ центра ДЗМ участвовали в клиническом исследовании «Рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое многоцентровое клиническое исследование эффективности, иммуногенности и безопасности комбинированной векторной вакцины Гам-КОВИД-Вак в параллельных группах в профи-

лактике коронавирусной инфекции, вызываемой вирусом SARS-CoV-2».

До старта клинического исследования специалисты ТМ центра проходили дополнительное обучение по программе Good Clinical Practice (GCP). После прохождения всех этапов обучения каждый доктор стал сертифицированным участником исследовательской группы.

Перед началом приема пациента-участника клинического исследования врачом ТМ центра ДЗМ изучалась электронная медицинская карта пациента – добровольца (протоколы врачей исследовательского центра, проверка данных по датам проведения процедур). Согласно протоколу клинического исследования, врач ТМ центра осуществлял дистанционный мониторинг состояния и жизненно важных показателей пациента-добровольца, а также проводил оценку приверженности пациента-добровольца соблюдению рекомендаций врача исследовательского центра. Консультации осуществлялись в онлайн режиме, по датам, определенным в протоколе клинического исследования, что повышало качество проведения исследования.

Все пациенты, участники клинического исследования, получили доступ к мобильному приложению «Телемедицинский центр ДЗМ» для возможности проведения плановой консультации с врачом специалистом ТМ центра, а также при необходимости запросить консультацию дежурного врача ТМ центра ДЗМ. Все пациенты имели доступ к электронной медицинской карте, а также дневнику добровольца, который находился в личном кабинете.

Пациент-участник клинического исследования самостоятельно заполнял «Дневник добровольца», одной из задач врача ТМ центра ДЗМ, была своевременная проверка внесенных данных, а также проверка и оценка корректности данных (рис. 2).



Рис. 2. Дневник добровольца в ЕМИАС
Fig. 2. Diary of a volunteer in UMIAS

Такой формат ведения пациентов, участвующих в клинических исследованиях, врачами ТМ центра ДЗМ позволяет выявить на ранних этапах развитие нежелательных явлений, оказать своевременную медицинскую помощь (вызов бригады СМП, очный осмотр специалиста).

Особенности дистанционного консультирования пациентов – посетителей павильона «Здоровая Москва»

Важным форматом работы специалистов ТМ центра ДЗМ стала работа в проведении профилактических мероприятий совместно с врачами павильонов «Здоровая Москва» по Приказу Департамента здравоохранения города Москвы «О проведении профилактических обследований взрослого населения в парковых зонах, скверах, зонах отдыха города Москва» в 2021 и в 2022 году.

Ежедневно в 46 павильонах города посетители проходят обследование, которое включает в себя сочетание базового федерального стандарта диспансеризации с дополнительными расширенными исследованиями и программой проверки для переболевших COVID-19.

Работа врача ТМ центра ДЗМ в данном Проекте направлена на раннее выявление заболеваний и факторов риска развития, прежде всего социально значимых заболеваний, а также на предупреждение прогрессирования хронических неинфекционных заболеваний.

Задачи врача ТМ центра ДЗМ заключаются в:

- ежедневном получении данных пациентов – посетителей павильона «Здоровая Москва», у которых выявлены отклонения в лабораторных или инструментальных методах исследования при прохождении обследования в павильонах «Здоровая Москва»;
- анализ полученных данных и определение маршрутизации пациента с учетом выявленного отклонения для дальнейшего обследования;
- связь с пациентом при помощи аудио или видеоконсультации, интерпретация выявленных отклонений;
- формулировка рекомендаций пациентам по соблюдению принципов здорового образа жизни.

В итоге пациенты получают персональное сопровождение специалиста ТМ центра ДЗМ: запись на дополнительные методы исследования или к специалисту до уточнения диагноза и назначения, при необходимости, лечения пациенту (рис. 3). ►►



Рис. 3. Итоги консультаций врача ТМ центра ДЗМ

Fig. 3. Results of consultations with a TM doctor at the MDH center

Применение телемедицинских технологий значительно сокращает время между выявлением отклонений в лабораторных или инструментальных методах исследования и постановкой диагноза.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Врачами ТМ центра ДЗМ с марта 2020 проведено более 2 миллионов дистанционных консультаций. В систему оказания медицинской помощи города Москвы специалистами центра успешно внедрены: телемедицинские консультации различной категории пациентов, динамическое наблюдение за состоянием пациентов и взаимодействие врачей ТМ центра ДЗМ с отделениями медицинской профилактики в поликлиниках г. Москвы.

За время работы центра получено более 3-х тысяч положительных отзывов о работе врачей ТМ от жителей города Москва, проведено обучение о

правилах и алгоритмах проведения телемедицинской консультации более чем с 200 врачами-специалистами.

■ ВЫВОДЫ

Телемедицинское консультирование в формате «врач-пациент» организационное ТМ центром ДЗМ значительно расширяет возможности оказания медицинской помощи населению по диагностическому, лечебному и профилактическому направлениям.

Организация работы ТМ центра в городе Москва доказало свою эффективность и может транслироваться как модель организации ТМ центров в национальную систему здравоохранения для других регионов страны. Работа выполнена в рамках научного проекта Научный клуб «Моя поликлиника». /

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ (ред. От 26.05.2021 г.) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» Статья 36.2. Особенности медицинской помощи, оказываемой с применением телемедицинских технологий (введена законом от 29.07.2017 N 242-ФЗ). URL: <https://minzdrav.gov.ru/documents/7025>.
2. Шадеркин И.А. Уровни зрелости телемедицины. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(4):63-68; [Shaderkin I.A. Telemedicine maturity levels. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronno go zdavoohraneniya = The journal of telemedicine and e-Health* 2021;7(4):63-68. (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-63-68>.
3. Шадеркин И.А. Экономические аспекты телемедицины. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(3):65-72; [Shaderkin I.A. Economic aspects of telemedicine. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronno go zdavoohraneniya = The journal of telemedicine and e-Health* 2021;7(3):65-72; (In Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-3-65-72>.
4. Приказ Департамента Здравоохранения Москвы от 06.04.2020 № 356 «О применении телемедицинских технологий при организации оказания консультаций по вопросам коронавирусной инфекции COVID-19 и подборе персонала в медицинские организации города Москвы»; URL: <https://docs.cntd.ru/document/564612722>.
5. Временные методические рекомендации: «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» МЗ РФ от 27.12.2021; URL: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/059/041/original/BMP_COVID-19_V14_27-12-2021.pdf.

Сведения об авторах:

Пахуридзе М.Д. – руководитель Телемедицинского центра ГБУЗ «Центр медицинской профилактики» ДЗМ; Москва, Россия

Лямина Н.П. – д.м.н., профессор, заведующая отделом медицинской реабилитации ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной и спортивной медицины ДЗМ»; Москва, Россия; RINЦ AuthorID 372643

Безымянный А.С. – директор ГКУ «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций Департамента здравоохранения г. Москвы»; Москва, Россия; RINЦ AuthorID 125497

Вклад авторов:

Пахуридзе М.Д. – реализация проекта, написание текста статьи, 25%
Лямина Н.П. – дизайн исследования, определение научной новизны, 50%
Безымянный А.С. – реализация проекта, написание текста статьи, 25%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 09.09.22

Рецензирование: 14.09.22

Результаты рецензирования: 14.09.22

Принята к публикации: 15.09.22

Information about authors:

Pakhuridze M.D. – Head of the Telemedicine Center of «Center for Medical Prevention» Moscow Department of Health; Moscow, Russia

Lyamina N.P. – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation of the Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation of Restorative and Sports Medicine; Moscow Russia; <https://orcid.org/0000-0001-6939-3234>

Bezmyanny A.S. – Director of the «Directorate for Coordinating the Activities of Medical Organizations of the Department of Health of the City of Moscow»; Moscow, Russia; RSCI AuthorID 125497

Authors contributions:

Pakhuridze M.D. – project implementation, writing the text of the article, 25%
Lyamina N.P. – study design, definition of scientific novelty, 50%
Bezmyanny A.S. – project implementation, writing the text of the article, 25%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 09.09.22

Reviewing: 14.09.22

Peer review results: 14.09.22

Accepted for publication: 15.09.22

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-21-27>

Алгоритм искусственного интеллекта для сегментации патологических структур на сканах оптической когерентной томографии сетчатки глаза

Аналитический обзор

Е.А. Каталевская¹, А.Ю. Сизов^{1,2}, Л.И. Гилемзянова¹

¹ ООО «Диджитал Вижн Солюшнс»; д. 8Б, ул Центральная, п. Внуково, Москва 119027, Россия

² ВГБОУ ВО «Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева»; 24, корп. 1, ул. Минина, Нижний Новгород, 603950, Россия

Контакт: Каталевская Евгения Алексеевна, ekatalevskaya@mail.ru

Аннотация:

Данная статья посвящена разработке алгоритма сегментации признаков кистозного макулярного отека (в том числе диабетического макулярного отека), возрастной макулярной дегенерации (хориоидальной неоваскуляризации и ретинальных друз), центральной серозной хориоретинопатии и эпиретинальной мембраны на сканах структурной оптической когерентной томографии (ОКТ). В работе представлена мировая статистика больных, имеющих указанные патологии, и их потребности в регулярном офтальмологическом скрининге. В качестве решения проблемы регулярного скрининга предложено применение приложений телемедицины. С помощью искусственного интеллекта определяются основные визуальные признаки указанных патологий, выявляемые на цифровых сканах структурной ОКТ сетчатки глаза. Представлен перечень научно-технических задач, которые требовалось решить: сбор обучающей базы данных, разметка данных и выбор архитектур искусственных нейронных сетей для задач сегментации признаков. Описан процесс валидации работы алгоритма и представлены текущие результаты.

Ключевые слова: диабетический макулярный отек; кистозный макулярный отек; возрастная макулярная дегенерация; хориоидальная неоваскуляризация; ретинальные друзы; центральная серозная хориоретинопатия; эпиретинальная мембрана; искусственные нейронные сети; система поддержки принятия врачебных решений; сегментация.

Для цитирования: Каталевская Е.А., Сизов А.Ю., Гилемзянова Л.И. Алгоритм искусственного интеллекта для сегментации патологических структур на сканах оптической когерентной томографии сетчатки глаза. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2022;8(3):21-27; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-21-27>

Artificial intelligence algorithm for segmentation of pathological structures on optical coherence tomography scans

Analytical review

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-21-27>

E.A. Katalievskaya^{1,2}, A.Yu. Sizov¹, L.I. Gilemzianova³

¹ Digital Vision Solutions LLC, 8B, Tsentralnaya st., Vnukovo, Moscow 119027, Russia

² Nizhny Novgorod State Technical University R.E. Alekseeva, 24, bldg. 1, st. Minina, Nizhny Novgorod, 603950, Russia

Contact: Evgenia A. Katalievskaya, ekatalevskaya@mail.ru

This article is devoted to the development of an algorithm for segmentation of visual signs of cystoid macular edema (including diabetic macular edema), age-related macular degeneration (choroidal neovascularization and retinal drusen), central serous choroidopathy and epiretinal membrane on optical coherence tomography (OCT) images. The paper presents the world statistics of patients with these pathologies, and their needs for regular ophthalmological screening. As a solution to the problem of regular screening, the use of telemedicine applications has been proposed. With the help of artificial intelligence, the main visual signs of these pathologies are determined, which are detected on digital OCT images of the retina. A list of scientific and technical problems that needed to be solved is presented: the collection of a training database, data markup and the choice of artificial neural network architectures for feature segmentation problems. The algorithm validation process is described and the current results are presented.

Key words: diabetic macular edema; cystoid macular edema; age-related macular degeneration; choroidal neovascularization; retinal drusen; central serous choroidopathy; epiretinal membrane; artificial neural networks; medical decision support system; segmentation.

For citation: Katalovskaya E.A., Sizov A.Yu., Gilemzianova L.I. Artificial intelligence algorithm for segmentation of pathological structures on optical coherence tomography scans. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2022;8(3)21-27; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-21-27>

■ ВВЕДЕНИЕ

Старение населения, увеличение продолжительности жизни и неблагоприятные изменения в образе жизни, такие как нездоровое питание и снижение физической активности в развитых странах, вероятно, в будущем приведут к увеличению распространенности различных глазных заболеваний. В первую очередь это касается заболеваний сетчатки [1]. Прогнозируется, что к 2040 г. в мире у 288 миллионов человек может развиваться возрастная макулярная дегенерация (ВМД), клинически характеризующаяся друзами, изменением пигментного эпителия сетчатки, хориоидальной неоваскуляризацией (ХНВ), кровоизлияниями, экссудацией и на поздних стадиях географической атрофией [2, 3, 4].

Ведущей глобальной причиной потери зрения во многих странах считается диабетическая ретинопатия (ДР) [5]. Согласно исследованиям отмечается, что число взрослых людей с ДР во всем мире вырастет с 103,12 млн. в 2020 г. до 160,50 млн. к 2045 г., а ДР, угрожающая зрению, возрастет с 28,54 млн в 2020 г. до 44,82 млн к 2045 г. [6]. Диабетический макулярный отек (ДМО) – офтальмологическое осложнение сахарного диабета, ведущее к потере центрального зрения, встречающееся как на ранних, так и на поздних стадиях ДР [7].

Другой патологией, приводящей к снижению зрения с возрастом, является эпиретинальная мембрана (ЭРМ). ЭРМ представляет собой преретинальное скопление коллагеновых клеток различной этиологии [8]. Данная патология чаще

встречаются у пожилых людей, при этом патологоанатомические исследования показывают распространенность у лиц в возрасте 50 лет составляет 2% и до 20% у лиц в возрасте 75 лет. ЭРМ может носить идиопатический характер, а также может быть связана с различными глазными заболеваниями: задняя отслойка стекловидного тела (ЗОСТ) (частота 75-93%), разрывы и отслойки сетчатки, ДР, ДМО, воспалительные и сосудистые заболевания сетчатки. Формирование ЭРМ без ЗОСТ может предрасполагать к витреомакулярному тракционному синдрому с развитием макулярного отека [9].

Еще одним распространенным заболеванием сетчатки является центральная серозная хориоретинопатия (ЦСХ), при котором возникает серозная отслойка нейроэпителия (НЭ) над зоной просачивания из хориокапилляров через ПЭС [10]. ЦСХ чаще встречается в возрасте 20-55 лет, однако, ее можно диагностировать и в пожилом возрасте. Интересно, эти пожилые пациенты более склонны к ХНВ [11].

Помимо вышеперечисленных заболеваний сетчатки, в практике врача-офтальмолога нередко встречается кистозный макулярный отек при окклюзии центральной вены сетчатки и ее ветвей, пигментном ретините, после хирургии катаракты (синдром Ирвина-Гасса) и др. [12].

Золотым стандартом диагностики заболеваний сетчатки считается оптическая когерентная томография (ОКТ). Благодаря ОКТ можно получить послойную картину сетчатки *in vivo* с разрешением 5–7 микрон и идентифицировать даже небольшие изменения, характерные для началь-

ной стадии ретиальной патологии [13]. Поэтому для врачей-офтальмологов крайне важно точно интерпретировать изображения ОКТ.

Принимая во внимание текущие тенденции роста, старения населения планеты встает вопрос о раннем выявлении и профилактике заболеваний сетчатки, однако, система здравоохранения может оказаться не в состоянии справиться с растущим бременем. Поэтому офтальмологическая служба нуждается в автоматическом, быстром, экономичном, но при этом высокочувствительном и специфичном методе выявления патологии глазного дна. Платформы на основе искусственного интеллекта (ИИ) могут стать потенциальным дополнением к диагностике и лечению заболеваний сетчатки в практике врача-офтальмолога.

Целью данного исследования является разработка алгоритма сегментации визуальных признаков кистозного макулярного отека (в том числе ДМО), ВМД (ретиальных друз и ХНВ), ЦСХ и ЭРМ на цифровых сканах ОКТ сетчатки глаза. Для сегментации выбраны следующие патологические признаки: интравитреальные кисты, субретинальная жидкость, субретинальный гиперрефлективный материал, отслойка ретиального пигментного эпителия, эпиретиальная мембрана, ретиальные друзы.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить ряд научно-технических задач:

1. Сбор и подготовка базы медицинских данных – цифровых сканов структурной ОКТ сетчатки глаза.

2. Разметка медицинских данных. Размечаемые признаки: интравитреальные кисты, субретинальная жидкость, субретинальный гиперрефлективный материал, отслойка ретиального пигментного эпителия, эпиретиальная мембрана, ретиальные друзы.

3. Построение и обучение алгоритма ИИ на базе размеченных данных. Реализация нейронных сетей и процесс их обучения осуществляется с помощью фреймворка глубокого обучения TensorFlow. Данный фреймворк имеет большой функционал с точки зрения построения архитектур нейронных сетей и оптимизирован для работы с GPU (графические вычислительные ядра).

4. Оценка параметров точности работы алгоритма на валидационной базе данных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обучающие и тестовые данные

В ходе разработки алгоритмов машинного обучения используются большие массивы данных. Все данные подразделяются на обучающую и тестовую базу. Обучающая база служит непосредственно для разработки алгоритма, тестовая – для проверки точности его работы. При этом очень важно, чтобы данные из обучающей базы не попали в тестовую.

В качестве обучающей и валидационной баз данных использовались цифровые сканы ОКТ сетчатки глаза из открытой базы данных «Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) for Classification» [14].

Объем обучающей базы данных составил 3500 сканов ОКТ. Объем валидационной базы данных составил 650 сканов ОКТ. Наличие патологических изменений были валидированы врачами-офтальмологами.

Разметка данных

Разметка проводилась вручную врачами-офтальмологами путем выделения полигоном соответствующего участка изображения с одним из признаков. Размечались следующие признаки: интравитреальные кисты, субретинальная жидкость, субретинальный гиперрефлективный материал, отслойка ретиального пигментного эпителия, эпиретиальная мембрана, ретиальные друзы.

На рисунке 1 представлен пример разметки признаков «Интравитреальные кисты», ➡

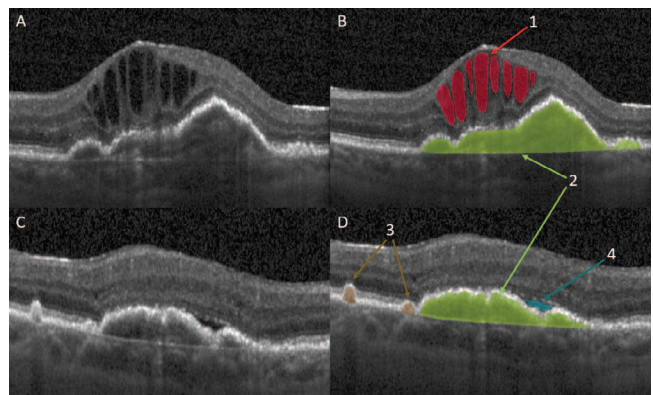


Рис. 1. Разметка признаков «Интравитреальные кисты», «Субретинальная жидкость», «Ретиальные друзы», «Отслойка ретиального пигментного эпителия»: А, С – сканы ОКТ без разметки; В, D – сканы ОКТ с размеченными признаками патологий. 1 – «Интравитреальные кисты», 2 – «Отслойка ретиального пигментного эпителия», 3 – «Ретиальные друзы», 4 – «Субретинальная жидкость»
Fig. 1. Marking of signs «Intraretinal cysts», «Subretinal fluid», «Retinal pigment epithelium detachment»: А, С – OCT images without marking; В, D – OCT images with marked signs of pathologies. 1 – «Intraretinal cysts», 2 – «Retinal pigment epithelium detachment», 3 – «Retinal drusen», 4 – «Subretinal fluid»

«Субретинальная жидкость», «Ретинальные друзы», «Отслойка ретинального пигментного эпителия».

Архитектура алгоритма

Алгоритм сегментации визуальных признаков патологий на цифровых сканах ОКТ сетчатки глаза представлен на рисунке 2.



Рис. 2. Алгоритм сегментации визуальных признаков патологий на цифровых сканах ОКТ сетчатки глаза
Fig. 2. Segmentation algorithm for signs of pathologies on digital OCT images of the retina

Для обучения искусственных нейронных сетей, применяемых в системе, формируется набор обучающих данных, состоящий из размеченных сканов ОКТ сетчатки глаза. Визуальные признаки патологий (интратретинальные кисты, субретинальная жидкость, субретинальный гиперрефлективный материал, отслойка ретинального пигментного эпителия, эпиретинальная мембрана, ретинальные друзы) размечаются многоугольниками.

В алгоритме применяется сегментационная искусственная нейронная сеть для решения задачи семантической сегментации визуальных признаков патологий сетчатки глаза.

Цифровые сканы ОКТ сетчатки глаза имеют удовлетворительную контрастность, позволяющую не использовать дополнительную предобработку изображения для улучшения видимости выбранных признаков патологий.

Изображения подаются на вход сегментационной искусственной нейронной сети измененные до размера 480x480 пикселей.

Ввиду разнородности структур сегментируемых визуальных признаков патологий сетчатки глаза задача семантической сегментации является достаточно сложной. Данная задача решается применением актуальных и производительных архитектур искусственных нейронных сетей. В качестве основы для архитектуры нейронной сети используется архитектура EfficientNetB0 + FPN с модификациями структуры [12, 13]. По маскам, полученным в результате сегментации признаков, определяются координаты точек контуров найденных признаков и оцениваются параметры контуров, например, количество признаков. Полученные параметры контуров могут быть использованы для реализации рекомендаций по проведению дифференциальной диагностике пациента. На рисунке 3 представлен пример сегментации алгоритмом ИИ патологических признаков на сканах структурной ОКТ.

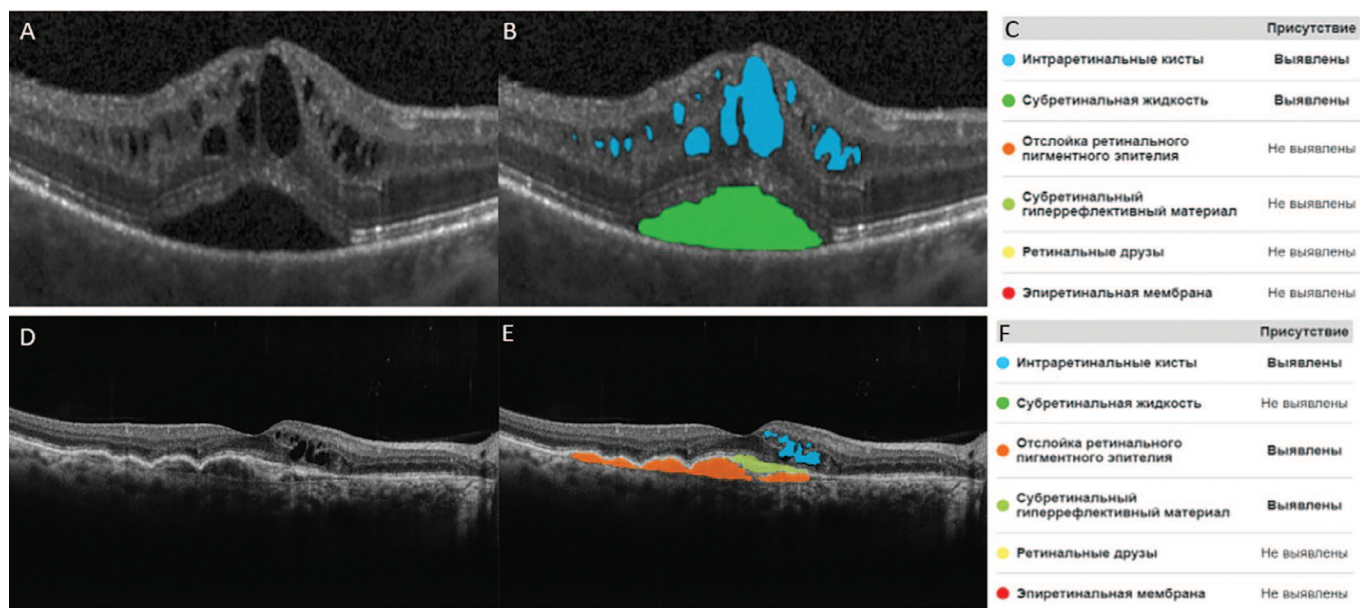


Рис. 3. Пример сегментации алгоритмом ИИ патологических признаков на сканах структурной ОКТ. А, D – исходные сканы ОКТ сетчатки глаза; В, Е – сканы ОКТ сетчатки глаза с сегментированными патологическими признаками; С, F – отчетные таблицы
Fig. 3. An example of AI segmentation of pathological features on OCT scans. A, D – original OCT scans; B, E – OCT scans with segmented pathological features; C, F – reporting tables

Оценка параметров точности работы алгоритма

Реализация данной задачи начинается с определения требований (метрик (критериев) качества) к разрабатываемой модели. Для оценки точности работы методов ИИ с использованием тестового набора данных вычисляют несколько параметров точности:

- количество правильных положительных срабатываний — TP (True positives);
- количество неправильных положительных срабатываний — FP (False positives);
- количество неправильных отрицательных срабатываний — FN (False negatives);
- количество правильных отрицательных срабатываний — TN (True negatives);

По этим параметрам вычисляются следующие меры точности

• Accuracy (точность срабатывания) — процент правильно найденных положительных и отрицательных случаев, $Accuracy = \frac{TP+TN}{\text{общее число случаев}}$ / Sensitivity (чувствительность) — процент правильно предсказанных положительных случаев из всех положительных случаев, $Recall = \frac{TP}{TP + FN}$

• Specificity (специфичность) — процент правильно предсказанных отрицательных случаев из всех отрицательных случаев, $Specificity = \frac{TN}{TN + FP}$

Исходя из полученных показателей чувствительности и специфичности строится ROC – кривая (Receiver Operator Characteristic – операционная характеристика приемника), которая показывает зависимость количества верно классифицированных положительных примеров от количества неверно классифицированных отрицательных примеров. Количественную интер-

претацию ROC дает показатель AUC (англ. area under ROC curve) — площадь под ROC-кривой, по которой можно оценивать качество предсказаний нейросети. У идеального алгоритма AUC будет равна 1, соответственно, чем AUC ближе к 1, тем качественнее предсказания нейросети.

Валидационная база данных представляет собой набор неразмеченных сканов ОКТ и отчетные таблицы с указанием наличия или отсутствия каждого признака для каждого скана (рис. 4). Отчетная таблица составлялась на основе заключений трех врачей-офтальмологов. В процессе валидации данный набор снимков пропускается через обученную искусственную нейронную сеть с подсчетом параметров TP, FP, TN, FN и последующим расчетом метрик Accuracy, Precision, Recall, Specificity и AUC.

Имя фото	Интраретинальные кисты	Субретинальная жидкость	Отслойка РПЭ	SHRM	Эпиретинальная мембрана	Ретинальные друзы
126	0	0	0	0	1	1
127	0	0	1	0	1	1
128	1	0	0	0	1	1
129	1	0	0	0	1	1
130	1	0	0	0	1	1
131	1	0	0	0	1	1
132	1	0	0	0	1	1
133	1	0	1	0	1	1
134	1	0	0	0	1	1
135	1	0	0	0	1	1
136	1	0	0	0	1	1
137	0	0	0	0	1	1
138	0	0	0	0	1	1
139	0	0	1	0	1	1
140	0	0	0	0	1	1

Рис. 4. Сегмент таблицы валидационного датасета
Fig. 4. Segment of the validation dataset table

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты оценки параметров точности работы алгоритма на валидационной базе данных приведены в таблице 1. На рисунке 5 приведены ROC – кривые и показатели AUC для каждого признака. ►►

Таблица 1. Оценка параметров точности работы алгоритма

Table 1. Estimation of the parameters of the accuracy of the algorithm

№ n/n/ No.	TP	TN	FP	FN	Accuracy	Recall	Specificity
Интраретинальные кисты	145	513	3	10	98,06	93,54	99,41
Субретинальная жидкость	150	496	8	17	96,27	89,82	98,41
Отслойка ретинального пигментного эпителия	221	402	35	13	92,84	94,44	91,99
Субретинальный гипер-рефлективный материал	89	552	17	13	95,52	87,25	97,01
Эпиретинальная мембрана	200	397	32	42	88,97	82,64	92,54
Ретинальные друзы	231	367	42	31	89,12	88,16	89,73

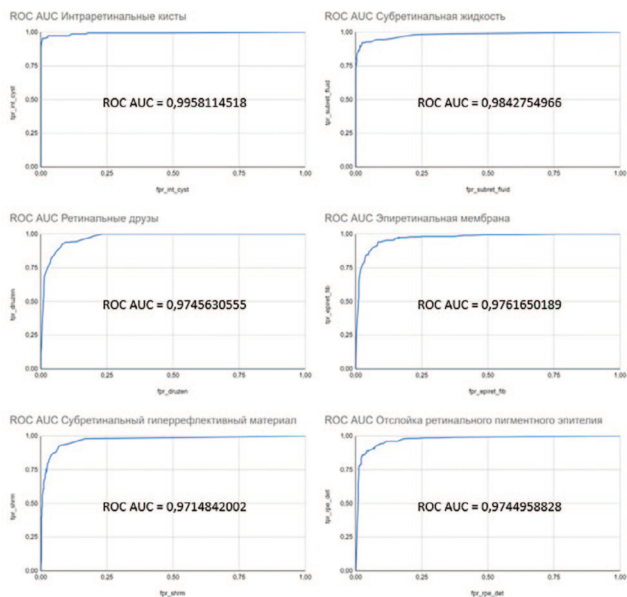


Рис. 5. ROC – кривые и показатели AUC для каждого признака
 Fig. 5. ROC curves and AUC values for each feature

ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанный алгоритм ИИ позволяет сегментировать признаки кистозного макулярного отека (в том числе ДМО), ВМД (ХВ и ретинальных друз), ЦСХ и ЭРМ на цифровых сканах ОКТ сетчатки глаза с достаточно высоким уровнем точности и может быть положен в основу системы поддержки принятия врачебных решений (СППВР) для диагностики патологий сетчатки глаза. В предлагаемом алгоритме осуществляется сегментация и подсвечивание каждого отдельного признака, что делает сервис прозрачным, понятным и удобным для врача.

Важнейшим этапом разработки алгоритмов ИИ является работа с данными. Наличие достаточного объема деперсонализированных медицинских данных и разметка данных квалифицированными врачами-офтальмологами является неотъемлемым условием создания качественного продукта.

СППВР на основе алгоритмов ИИ может быть использована в программах скрининга офтальмологической патологии.

В частности, СППВР может оказать помощь в ситуациях, требующих обследования большого числа пациентов за короткое время, с оценкой стадии и динамики болезни, а также с выявлением необходимости оказания неотложной офтальмологической помощи. Снижение нагрузки на врачей, а также расширение доли охвата населения с применением СППВР может сделать скрининг более успешным.

Развитие телемедицины в области скрининга патологии глазного дна не может пройти без применения портативных устройств средств скрининга [15, 16]. Активно разрабатываются многочисленные приложения на базе ИИ, призванные помочь врачам выполнять различные задачи на месте оказания медицинской помощи, в частности, в диагностике патологии сетчатки [17, 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, разработанный алгоритм сегментации патологических признаков на сканах ОКТ имеет достаточно высокие показатели точности работы и имеет хорошие перспективы применения в процессе скрининга офтальмологической патологии. Развитие мобильных устройств для получения сканов ОКТ сетчатки глаза станет дополнительным фактором применения разработанного алгоритма в приложениях телемедицины.

На основе данного алгоритма была разработана офтальмологическая платформа Retina.AI, позволяющая проводить автоматизированный анализ цифровых сканов ОКТ сетчатки глаза и выявлять визуальные признаки патологий на основе алгоритмов ИИ. //

ЛИТЕРАТУРА

1. Puroola PKM, Nattinen JE, Ojamo MUI, Koskinen SVP, Rissanen HA, Sainio PRJ, et al. Prevalence and 11-year incidence of common eye diseases and their relation to health-related quality of life, mental health, and visual impairment. *Qual Life Res* 2021 Aug;30(8):2311-2327. <https://doi.org/10.1007/s11136-021-02817-1>.
2. Stahl A. The Diagnosis and Treatment of Age-Related Macular Degeneration. *Dtsch Arztebl Int* 2020 Jul 20;117(29-30):513-520. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2020.0513>.
3. Wong WL, Su X, Li X, Cheung ChMG, Klein R, Cheng ChYu, et al. Global prevalence of age-related macular degeneration and disease burden projection for 2020 and 2040: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health* 2014;2:106-16.
4. Chew EY, Clemons TE, Agr—n E, Launer LJ, Grodstein F, Bernstein PS, et al. Effect of omega-3 fatty acids, lutein/zeaxanthin, or other nutrient supplementation on cognitive function: the areds 2 randomized clinical trial. *JAMA* 2015;314:791-801.

ЛИТЕРАТУРА

5. Amoaku WM, Ghanchi F, Bailey C, Banerjee S, Banerjee S, Downey L, et al. Diabetic retinopathy and diabetic macular oedema pathways and management: UK Consensus Working Group. *Eye (Lond)* 2020 Jun;34(Suppl 1):1-51. <https://doi.org/10.1038/s41433-020-0961-6>. Erratum in: *Eye (Lond)* 2020 Oct;34(10):1941-1942.
6. Teo ZL, Tham YC, Yu M, et al. Global Prevalence of Diabetic Retinopathy and Projection of Burden through 2045: Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology* 2021;128(11):1580-1591. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2021.04.027>.
7. Bhavsar AR. Diabetic Retinopathy. Updated: Sep 02, 2021. [Electronic resource]. URL: <https://emedicine.medscape.com/article/1225122-overview#a1>.
8. Fung AT, Galvin J, Tran T. Epiretinal membrane: A review. *Clin Experiment Ophthalmol* 2021;49:289-308. <https://doi.org/10.1111/ceo.13914>.
9. Oh KT, Drouilhet JH. Epiretinal Membrane. Updated: Jan 02, 2020. [Electronic resource]. <https://emedicine.medscape.com/article/1223882-overview#a4>.
10. Semeraro F, Morescalchi F, Russo A, Gambicorti E, Pilotto A, Parmegiani F. Central Serous Chorioretinopathy: Pathogenesis and Management. *Clin Ophthalmol* 2019 Dec 2;13:2341-2352. <https://doi.org/10.2147/OPHT.S220845>.
11. Oh KT. Central Serous Chorioretinopathy. [Electronic resource]. Updated: Jun 18, 2019 <https://emedicine.medscape.com/article/1227025-overview#a4>.
12. Tan M, Le QV. EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks, International Conference on Machine Learning. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1905.11946>.
13. Lin TYi, Dollar P, Girshick R, He K, Hariharan Bh, Belongie S. Feature Pyramid Networks for Object Detection 2017. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1612.03144>.
14. Daniel K, Kang Zh, Michael G. Labeled Optical Coherence Tomography (OCT) and Chest X-Ray Images for Classification. *Mendeley Data V2*. <https://doi.org/10.17632/rscbjbr9sj.2>.
15. Song G, Chu KK, Kim S, Crose M, Cox B, Jelly ET, et al. First Clinical Application of Low-Cost OCT. *Transl Vis Sci Technol* 2019 Jun 28;8(3):61. <https://doi.org/10.1167/tvst.8.3.61>. PMID: 31293815; PMCID: PMC6602122.
16. Duan Z, Huang K, Luo Z, Ma K, Wang G, Hu X, et al. Portable boom-type ultrahigh-resolution OCT with an integrated imaging probe for supine position retinal imaging. *Biomed Opt Express* 2022 May 10;13(6):3295-3310. <https://doi.org/10.1364/BOE.456435>. PMID: 35781965; PMCID: PMC9208590.
17. Gupta S, Thakur S, Gupta A. Optimized hybrid machine learning approach for smartphone based diabetic retinopathy detection. *Multimed Tools Appl* 2022;81(10):14475-14501. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12103-y>. Epub 2022 Feb 25. PMID: 35233182; PMCID: PMC8876080.
18. Li HY, Wang DX, Dong L, Wei WB. Deep learning algorithms for detection of diabetic macular edema in OCT images: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Ophthalmol* 2022 Apr 27:11206721221094786. <https://doi.org/10.1177/11206721221094786>. Epub ahead of print. PMID: 35473414.

Сведения об авторах:

Каталевская Е.А. – к.м.н., врач-офтальмолог, научный руководитель проекта RETINA AI, ООО «Диджитал Вижн Солюшнс»; Москва, Россия

Сизов А.Ю. – инженер-программист ООО «Диджитал Вижн Солюшнс»; Москва, ассистент ВГБОУ ВО «Нижегородский Государственный Технический Университет им. Р.Е. Алексеева»; Нижний Новгород, Россия, SPIN-код 4468-1730

Гилемзянова Л.И. – врач-офтальмолог ООО «Диджитал Вижн Солюшнс»; Москва, Россия

Вклад авторов:

Каталевская Е.А. – концепция и дизайн разработки, разметка данных, анализ результатов, написание текста, 40%
Сизов А.Ю. – сбор и обработка материала, разработка и реализация алгоритма, анализ результатов, написание текста, 30%
Гилемзянова Л.И. – разметка данных, написание текста, 30%

Работа выполнена сотрудниками ООО «Диджитал Вижн Солюшнс», <https://www.screenretina.ru/>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 17.08.22

Рецензирование: 27.08.22

Результаты рецензирования: 11.09.22

Принята к публикации: 15.09.22

Information about authors:

Katalevskaya E.A. – PhD, ophthalmologist, scientific director of the RETINA AI project, Digital Vision Solutions LLC; Moscow, Russia

Sizov A.Yu. – software engineer at Digital Vision Solutions LLC, Moscow; Assistant, Nizhny Novgorod State Technical University name after R.E. Alekseeva; Nizhny Novgorod, Russia

Gilemzianova L.I. – ophthalmologist of Digital Vision LLC Solutions; Moscow, Russia

Authors contributions:

Katalevskaya E.A. – development concept and design, data markup, analysis of results, writing text, 40%
Sizov A.Yu. – development and implementation of the algorithm, collection and processing of material, writing text, 30%
Gilemzianova L.I. – data markup, text writing, 30%

The work was performed by the employees of Digital Vision Solutions LLC, <https://www.screenretina.ru/>

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 17.08.22

Reviewing: 27.08.22

Peer review results: 11.09.22

Accepted for publication: 15.09.22

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-28-44>

Мониторинг уровня глюкозы крови: возможности современных глюкометров

Аналитический обзор

М.М. Зеленский¹, Е.Ю. Грицкевич²

¹ ООО «Мединфовеб», ул. Золотая, 11, Москва, 105094, Россия

² МЦ «МирА», д.38, корп.8, ул. Академика Зелинского, Москва, 119334, Россия

Контакт: Зеленский Максим Михайлович, mz-uro@ya.ru

Аннотация:

Введение. Сахарный диабет является одной из ключевых причин смертности во всем мире. Для коррекции медикаментозного лечения и прогноза осложнений необходим постоянный скрининг уровня глюкозы в крови.

Материалы и методы. В статье рассмотрены все имеющиеся в мире на момент сентября 2022 года системы мониторинга уровня глюкозы крови, а также перспективные разработки. Используются доступные литературные источники, интернет-ресурсы, в том числе сайты компаний-производителей и стартапов.

Результаты. Большинство рассмотренных в статье неинвазивных глюкометров являются прототипами устройств и находятся на стадии тестирования и проверки гипотезы. Команды из разных стран используют различные методы и ищут закономерности, которые основаны на информации, полученной с доступных на сегодняшний день сенсоров, позволяющих определить уровень глюкозы в крови в конкретный момент. Несмотря на использование самых современных технологий, получить стабильно точные результаты оказывается не под силу многим компаниям.

Выводы. В ближайшее время все большее распространение и признание реальными пользователями-пациентами получат именно системы flash-мониторинга в их новых поколениях. Возможность отслеживать данные в непрерывном режиме позволяют говорить об управлении хроническим заболеванием. Перспектива создания полностью неинвазивного глюкометра привлекает к работе множество команд разработчиков по всему миру. Однако технологические сложности при разработке затягивают процесс создания продукта, многие проекты завершаются, не получив ожидаемого результата. На данный момент не существует неинвазивного глюкометра, отвечающего всем требованиям клинической медицины, обеспечивающего полный и точный контроль уровня глюкозы.

Ключевые слова: сахарный диабет; глюкометры; мониторинг глюкозы; flash-мониторинг.

Для цитирования: Зеленский М.М., Грицкевич Е.Ю. Мониторинг уровня глюкозы крови: возможности современных глюкометров. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2022;8(3)28-44;

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-28-44>

Blood glucose monitoring: the capabilities of modern glucometers

Analytical review

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-28-44>

M.M. Zelensky¹, E.Yu. Gritskevich²

¹ Medinfoweb LLC, st. Zolotaya, 11, Moscow, 105094, Russia

² MC «MirA», 38, building 8, st. Academician Zelinsky, Moscow, 119334, Russia

Contact: Maxim M. Zelensky, mz-uro@ya.ru

Background. Diabetes mellitus is one of the key causes of mortality in the world. Continuous monitoring of blood glucose levels is necessary for the correct drug treatment and complication risk prediction.

Materials and methods. The article examines all the blood glucose monitoring systems in the world available in September 2022, as well as promising developments. There are used available literary sources, Internet resources, including websites of producing companies and startups.

Results. Most of the non-invasive glucose meters considered in the article are the devices prototypes. They are at the stage of testing and hypothesis testing. Teams from different countries use different methods and look for patterns based on information obtained from currently available sensors that allow you to determine a blood glucose level at a particular moment. Despite the use of the latest technologies, many companies are unable to obtain consistently accurate results.

Conclusions. In the near future flash monitoring systems in their new generations will become increasingly widespread and recognized by real patient users. The ability to track data in continuous mode allows you to talk about the chronic disease management. The prospect of creating a completely non-invasive blood glucose meter attracts many development teams around the world. However, technological difficulties in development delay a product creating process. Many projects are completed without getting the expected result. Now, there is no non-invasive glucose meter that meets all the clinical medicine requirements, providing complete and accurate control of blood glucose levels.

Key words: diabetes mellitus; glucose meters; glucose monitoring; flash monitoring.

For citation: Zelensky M.M., Gritskovich E.Yu. Blood glucose monitoring: the capabilities of modern glucometers. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2022;8(3)28-44; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-28-44>

■ ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет – это группа метаболических (обменных) заболеваний, характеризующихся хронической гипергликемией, которая является результатом нарушения секреции инсулина, действия инсулина или обоих этих факторов. [1]. Инсулин – это гормон, вырабатываемый β -клетками поджелудочной железы, который отвечает за регуляцию глюкозы в крови человека.

Основным проявлением сахарного диабета, в первую очередь, является гипергликемия, определяемая как стойкое повышение глюкозы крови. Хроническая гипергликемия при СД сопровождается повреждением и дисфункцией органов-мишеней, таких как глаза, почки, нервы, сердце и кровеносные сосуды.

В настоящее время в мире зарегистрировано более 537 миллионов больных сахарным диабетом и приблизительно столько же пациентов с ранней формой нарушения углеводного обмена, нарушением толерантности к глюкозе среди лиц 20-79 лет согласно данным Международной диабетической ассоциации (IDF Diabetes Atlas 2021 – 10th edition www.diabetesatlas.org). Таким образом, сахарный диабет – это пандемия беспрецедентных масштабов, пока не поддающаяся адекватному контролю. Во всем мире более одного из 10 взрослых в настоящее время живут с сахарным диабетом. Со

времени первого издания Атласа IDF в 2000 году, распространенность сахарного диабета среди взрослых в возрасте 20-79 лет увеличилась более чем в три раза.

Сахарный диабет является одной из ключевых причин смертности во всем мире. Без учета рисков смертности, связанных с пандемией COVID-19, примерно 6,7 миллиона взрослых в возрасте от 20 до 79 лет умерли в результате диабета или его осложнений в 2021 году. Это соответствует 12,2% от всех причин в этой возрастной группе. Примерно треть (32,6%) всех смертей, обусловленных сахарным диабетом, приходится на людей трудоспособного возраста (в возрасте до 60 лет).

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Виды сахарного диабета

Сахарный диабет 2 типа

Сахарный диабет 2 типа (СД 2 типа) является наиболее распространенным типом сахарного диабета, на долю которого приходится более 90% всех случаев диабета во всем мире. При сахарном диабете 2 типа гипергликемия может являться результатом неспособности клеток организма адекватно реагировать на инсулин, состояния, называемого ►►

инсулинорезистентностью или результатом недостаточной секреции инсулина из-за неспособности β -клеток поджелудочной железы компенсировать повышение потребности. Согласно современным представлениям, насчитывается не менее 11 факторов патогенеза СД 2 типа [2].

Симптомы СД 2 типа могут быть схожи с симптомами сахарного диабета 1 типа, однако чаще всего отличительной особенностью СД 2 типа является сглаженность всех симптомов на начальных стадиях заболевания, что крайне осложняет диагностику и возможность своевременного назначения адекватной терапии заболевания.

В настоящее время СД 2 типа существенно «помолодел», все чаще встречается у детей, хотя ранее был характерен только для взрослых, что связывают с увеличением распространенности избыточного веса и ожирения у детей.

Сахарный диабет 1 типа

Сахарный диабет 1 типа (СД 1 типа) развивается в результате абсолютного дефицита инсулина вследствие деструкции β -клеток, что вызывается аутоиммунным процессом [3, 4]. Заболевание может развиваться в любом возрасте, хотя СД 1 типа чаще встречается в детском и молодом возрасте. Пациенты с СД 1 типа нуждаются в ежедневном введении инсулина для поддержания уровня глюкозы крови в соответствующем диапазоне. Заболеваемость СД 1 типа существенно варьируется по всему миру, причем в некоторых регионах заболеваемость значительно выше, чем в других. [5]. Заболеваемость СД 1 типа растет в подавляющем стран, причины этого неясны, но быстрое увеличение с течением времени, скорее всего, связано с изменениями окружающей среды [6]. Основными симптомами СД 1 типа являются полиурия (увеличенное образование мочи), полидипсия (постоянное и непроходящее чувство жажды), постоянное стойкое чувство голода, резкое снижение веса, нарушение зрения, повышенная утомляемость.

Гестационный сахарный диабет

Гестационный сахарный диабет (ГСД) – это заболевание, характеризующееся гиперглике-

мией, впервые выявленной во время беременности, но не соответствующей критериям «манифестного» сахарного диабета. Нарастание инсулинорезистентности под влиянием гормонов матери (пролактин, кортизол, эстрогены), фетоплацентарных гормонов (плацентарный лактоген, прогестерон) во время беременности является основной причиной развития ГСД. Отсутствие достаточной компенсации (повышение продукции и снижение клиренса эндогенного инсулина матери), приводит к появлению гипергликемии. Отмечается существенное патогенетическое сходство ГСД и СД 2 типа, что позволяет рассматривать ГСД как мультифакторное заболевание с участием генетических и эпигенетических факторов. В крупном многоцентровом исследовании НАРО была продемонстрирована взаимосвязь между уровнем гликемии у матери и неблагоприятными исходами беременности как для матери, так и для плода [7, 8]. Это послужило основой для принятия новых критериев гликемии во время беременности и скринирования пациенток, в том числе российских, для выявления нарушений углеводного обмена [9].

Преиадиабет

Преиадиабет — это раннее нарушение углеводного обмена, предшествующее развитию сахарного диабета 2 типа (СД2), при котором показатели гликемии уже превышают норму, однако еще не достигли показателей СД2. Нарушенная гликемия натощак (НГТ), и нарушенная толерантность к глюкозе (НТГ) относятся к таким ранним нарушениям, которые являются предикторами развития СД 2 типа и реализуют свой негативный потенциал в 26 и 50% соответственно в 5-летней перспективе [10].

Общие сведения – глюкоза крови

Глюкоза крови – это моносахарид, относящийся к простым углеводам и выполняющий в организме, в первую очередь, энергетическую функцию, так как при окислении глюкозы выделяется энергия, обеспечивающая жизнедеятельность тканей, органов и организма в целом.

Как любой физиологический показатель, глюкоза крови имеет свои референтные показатели, значимые отклонения которых (гипер- или

гипогликемия) могут свидетельствовать о наличии патологических изменений, приводящих к тяжелым состояниям и нарушениям работы функциональных систем организма.

При попадании углеводов в пищеварительный тракт, они начинают распадаться на определенные компоненты, одним из которых является глюкоза. Инсулин обеспечивает поступление глюкозы в клетки, активируя транспорт через клеточную мембрану и ускоряя ее окислительный распад (активация фосфогеоксикиназы, ферментов цикла трикарбоновых кислот), а также ускоряет гликогенообразование, липогенез, протеиногенез.

В норме глюкоза крови должна повышаться после каждого приема пищи и понижаться до нормальных показателей за счет регуляции инсулина. Однако организм человека имеет свойство саморегуляции глюкозы крови при нестандартных состояниях организма, например, продолжительный голод или интенсивные физические нагрузки. В такой регуляции участвует абсолютный антагонист инсулина – глюкагон, способный синтезировать из печеночного гликогена глюкозу, таким образом, стабилизируя уровень глюкозы крови. Но имеется ряд патологических состояний, способствующих нарушению процесса саморегуляции в организме:

- генетические и эпигенетические факторы развития СД;
- хронические или острые воспалительные заболевания поджелудочной железы;
- аутоиммунные заболевания поджелудочной железы;
- ожирение;
- геронтологические факторы;
- нерациональное питание, малоподвижный образ жизни;
- чрезмерное и постоянное употребление алкоголя;
- состояние хронического стресса и прочие факторы.

Осложнения сахарного диабета

Наиболее тяжелыми острыми осложнениями сахарного диабета являются диабетический кетоацидоз, тяжелая гипогликемия, гиперосмолярное гипергликемическое состояние и лактацидоз, когда уровень глюкозы резко повышается

или снижается. Подобные состояния могут приводить к необратимым процессам в тканях и органах организма и летальному исходу.

Основными органами – мишенями для развития осложнений при сахарном диабете являются сердечно-сосудистая система, нервная система, глаза и почки. Поздние осложнения включают микрососудистые (диабетическая ретинопатия и нефропатия) и макрососудистые (сердечно-сосудистые заболевания атеросклеротического генеза). Сахарный диабет повышает риск развития инфаркта миокарда и инсульта у взрослого человека в несколько раз. Прогрессирование нейропатии и сосудистых нарушений на фоне отсутствия компенсации сахарного диабета способствует развитию синдрома диабетической стопы, что может приводить к ампутации конечности. Для диабетической ретинопатии характерно прогрессирующее повреждение от изменений, связанных с повышенной проницаемостью и окклюзией ретинальных сосудов до появления новообразованных сосудов и фиброглияльной ткани, вплоть до полной потери зрения. Из общего числа осложнений сахарного диабета, на диабетическую ретинопатию приходится 1 миллион случаев во всем мире. Диабетическая нефропатия существенно ухудшает состояние пациентов с сахарным диабетом, увеличивая риск развития терминальной почечной недостаточности, полностью нарушающей стабильное функционирование почек.

Сахарный диабет в России

В Российской Федерации, как и во всех странах мира, отмечается значимый рост распространенности СД. Согласно данным федерального регистра больных сахарным диабетом, сформированным под руководством ФГБУ НМИЦ эндокринологии МЗ РФ в РФ на 01.01.2022 г. состояло на диспансерном учете 4 871 863 человека (3,34% населения), из них: 92,3% (4 498 826) – СД 2 типа, 5,6% (271 468) – СД 1 типа и 2,1% (101 569) – другие типы СД, в том числе 9 729 женщин с гестационным СД [11]. Однако эти данные недооценивают реальное количество пациентов, поскольку учитывают только выявленные и зарегистрированные случаи заболевания. Согласно результатам масштабного российского эпидемиологического исследования (NATION) ►►

диагностируется лишь 54% случаев СД 2 типа [12]. Таким образом, реальная численность пациентов с СД в РФ не менее 10 млн. человек (около 7% населения), что представляет значительную угрозу в долгосрочной перспективе, поскольку существенная часть пациентов остается не диагностированными, а, следовательно, не получают лечения и имеют высокий риск развития сосудистых осложнений.

Учитывая все численные данные показателей заболеваемости, можно сделать вывод, что каждые 10 секунд как минимум 2 больным диагностируется сахарный диабет, общий уровень заболеваемости данной патологией увеличивается на 7 миллионов в год. Также, каждые 10 секунд происходит летальный исход для 1 больного сахарным диабетом, что, в общем, приводит к 4 миллионам в год. По частоте летальных исходов сахарный диабет занимает 4 место.

Сахарный диабет – основные факт

- В развивающихся странах показатели заболеваемости и смертности лиц, страдающих диабетом на порядок выше, чем в развитых странах. Начиная с 1980 года, когда заболеваемость сахарным диабетом была равна 108 миллионам населения всего мира, показатели заболеваемости данной болезнью неуклонно растут;

- Самыми отягощающими жизнь осложнениями сахарного диабета являются: диабетическая ретинопатия (вплоть до полной потери зрения), диабетическая нефропатия (вплоть до терминальной стадии, требующей диализа или трансплантации), сердечно-сосудистые заболевания, нарушения мозгового кровообращения, ампутации нижних конечностей в связи с развитием некроза мягких тканей нижних конечностей);

- Правильный образ жизни, а именно: рациональное питание, адекватная физическая нагрузка, отказ от вредных привычек (курение и злоупотребление алкоголем), являются важными профилактическими мерами по предотвращению развития СД 2 типа;

- В настоящее время фармакотерапия сахарного диабета существенно усовершенствована, что в комплексе с регулярным мониторингом и своевременной диагностикой, направлена на лечение сахарного диабета, предупреждение и устранение нежелательных осложнений.

Основные составляющие адекватной терапии сахарного диабета

- Питание при сахарном диабете должно быть частью терапевтического воздействия, способствовать достижению метаболических целей и обеспечивать пациента достаточным количеством микро- и макронутриентов;

- Физические нагрузки также должны способствовать достижению метаболического контроля. Они помогают поддерживать целевую массу тела, обеспечивают профилактику саркопении. ФА подбирается индивидуально, с учетом возраста больного, осложнений СД, сопутствующих заболеваний, а также переносимости.

- Медикаментозная терапия при СД 2 типа в современной диабетологии позволяет не только влиять на гликемию, но и имеет дополнительные плеотропные эффекты, посредством действия на патогенетические звенья развития заболевания. При СД 1 типа пациент постоянно вводит экзогенный инсулин подкожно в виде инъекций или путем помповой терапии.

- Постоянный скрининг уровня глюкозы в крови. Данная процедура необходима для коррекции медикаментозного лечения и прогноза осложнений.

Практически каждый больной с сахарным диабетом учится жить со своей болезнью, так как, помимо медикаментозного лечения, диеты, физических нагрузок и всего прочего, очень важен образ жизни пациента, его отношение к своему состоянию, то есть принятия себя самого с болезнью.

Методы и технологии определения уровня глюкозы крови

В настоящее время существует огромное количество различных методов определения глюкозы крови. Каждый из этих методов имеет свои положительные и негативные качества.

В первую очередь, следует отметить, что как любой метод диагностики, определение глюкозы крови может быть методом:

- инвазивным;
- частично-инвазивным;
- неинвазивным.

Ниже представлены характеристики основных типов глюкометров – приборов для определения уровня глюкозы крови.

Инвазивные глюкометры

Одним из наиболее известных и часто применяемых инвазивных методов определения глюкозы крови является измерение концентрации глюкозы в периферической крови. Данный метод представляется в двух видах:

- оптический метод;
- электрохимический метод.

Оба представленных метода применяются в работе глюкометров. Чаще всего современные глюкометры работают по принципу электрохимического метода [13].

Фотометрические глюкометры

Суть работы данных глюкометров заключается в реакции капли крови пациента с реагентом тест-полоски, содержащий глюкозооксидазу. Соответственно, глюкозооксидаза при соприкосновении с кровью исследуемого дает ответную реакцию в виде определенного окрашивания тест-полоски. Далее глюкометр самостоятельно проводит сравнение цвета тест-полоски с цветом при нормальном уровне глюкозы, при повышенном уровне и при пониженном, и выдает результат в числовом формате (рис. 1, 2).

Данный способ определения глюкозы крови достаточно прост и удобен в быту, но и не лишен недостатков. Например, подобные глюкометры, как правило, бывают достаточно хрупкими, что снижает их время эксплуатации. Также в данных аппаратах оптическая система требует крайне бережного использования, так как линзы в глюкометрах очень тонкие и при неаккуратном использовании они могут помутнеть, а значит результаты глюкометра будут недостоверными.

Примеры фотометрических глюкометров:



Рис. 1. Accu-Chek Mobile [14]



Рис. 2. Accu-Chek Active [14]

Электрохимические глюкометры

Основной механизм определения глюкозы крови при данном методе базируется на амперометрии. Каплю крови исследуемого наносят на специальную тест-полоску, содержащую определенную реакцию зону. При нанесении пробы крови на реагенты в реакционной зоне возникает электрический ток, который фиксируется глюкометром [13].

Данный вид глюкометров позволяет наиболее точно и достоверно определять уровень глюкозы в крови, исключая в ходе реакции воздействие факторов окружающей среды на достоверность результата. Положительным моментом является то, что данный метод не зависит от временных параметров. Точность и достоверность полученных результатов достигается путем предварительной калибровки аппарата по плазме. Большая часть современных гематологических анализаторов созданы на базе данного метода.

Среди электрохимических методов определения глюкозы крови, помимо амперометрии, существует еще один метод. Это метод кулонометрии, который основан на вычислении общего заряда электронов при реакции капли крови исследуемого с реагентами тест-полоски. Огромным преимуществом данного метода является возможность исследования самых малых объемов крови [15].

Электрохимические глюкометры имеют свои положительные стороны:

- повышенная прочность корпуса;
- максимально достоверные результаты измерений;
- меньший объем необходимой крови для проведения исследования.

Немаловажны и ощущения пациентов при проведении исследования. Так как при проколе ►►

мягких тканей пальцев рук исследуемый испытывает боль или дискомфорт. В данных глюкометрах имеется функция настройки глубины прокола, от которой зависят болевые ощущения пациента. Чем меньше глубина прокола, тем меньше болевые ощущения (рис. 3).



Рис. 3. Примеры электрохимических глюкометров. А) OneTouch Verio Reflect; Б) Сателлит Экспресс; В) Diacont [16, 17]
Fig. 3. Examples of electrochemical glucometers. А) OneTouch Verio Reflect; Б) Satellite Express; В) Diacont [16, 17]

Методы забора крови

С каждым обновлением технологий определения глюкозы объем крови, необходимой для проведения исследования, снижается. Так, например, одни из первых систем определения глюкозы крови при помощи тест-полосок требовали не меньше 50 мкл крови. Современным глюкометрам достаточно и 2 мкл крови.

Забор крови для определения уровня глюкозы может производиться по двум методам:

- Когда исследуемый сам контролирует необходимый объем крови, нанося ее на тест-полоску – около 50 мкл крови.
- Капиллярный метод. При данном методе глюкометр автоматически контролирует необходимый объем крови для исследования и после получения этого объема запускает определение уровня глюкозы крови. При данном методе глюкометру достаточно от 0,3 до 3 мкл крови.

Частично инвазивные глюкометры (flash-мониторинг)

Активно применяемым и максимально достоверным методом среди частично инвазивных глюкометров является метод flash-мониторинга глюкозы.

Система flash-мониторинга используется для более длительного контроля уровня глюкозы крови. Данный метод используется среди исследуемых старше 18 лет и заключается в определении глюкозы в интерстициальной жидкости.

Данная система состоит из сенсора, трансмиттера и ридера. Сенсор крепится на кожу исследуемого, чаще всего это задняя поверхность плеча, и, через электрод, помещенный под кожу, передает данные в трансмиттер, который транслирует показатели в ридер. Сенсор имеет прочный корпус и обычно водонепроницаем. Ридером может служить специально разработанное производителем устройство, считывающее информацию с сенсора, а также личный смартфон исследуемого с функциями Bluetooth или NFC (рис. 4).

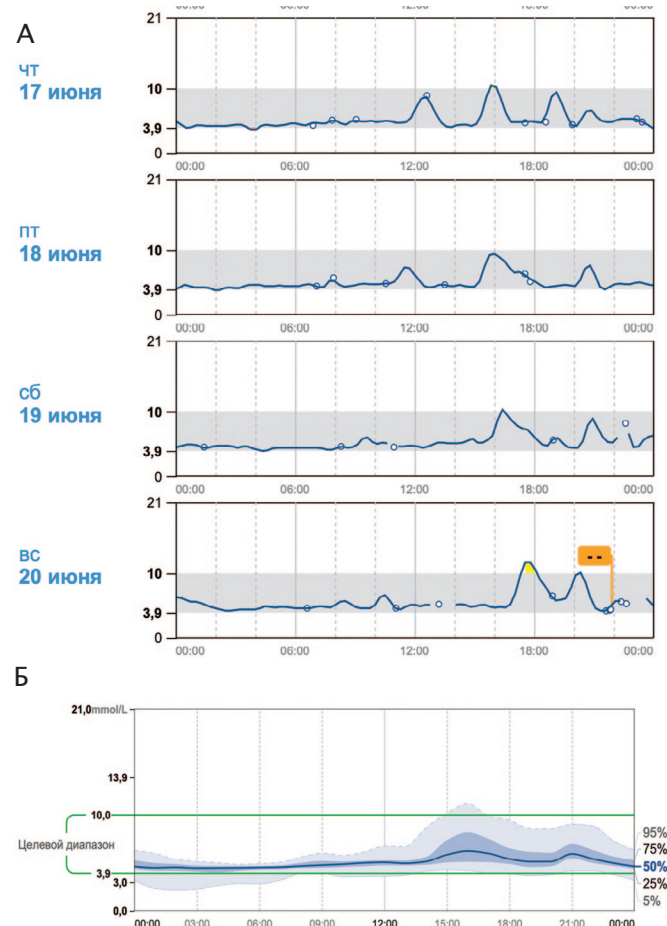


Рис. 4. А, Б. Примеры отчетов flash-мониторинга Abbott Freestyle Libre 2
Fig. 4. А, В. Abbott Freestyle Libre 2 Flash Monitoring Report Examples

Главные положительные качества flash-системы [18]:

- Бесперебойный и неинвазивный контроль уровня глюкозы исследуемого в течение от 7 до 14 дней;

- Постоянный контроль гипергликемии и гипогликемии с возможностью оказания срочной медицинской помощи;
- Автоматическое уведомление исследуемого обо всех отклонениях исследования, а также сбоях работы системы;
- Построение графика уровня глюкозы, отображение графика на ридере или смартфоне и возможность изучения данного графика лечащим врачом;
- Возможность коррекции рациона питания и уровня физических нагрузок исследуемым относительно показателей ридера.

Неинвазивные глюкометры

К неинвазивным относятся глюкометры, при использовании которых не происходит прокола мягких тканей и соприкосновения с биологическими жидкостями пациента. За последние годы неинвазивные методы исследования глюкозы крови активно изучались и совершенствовались. Большое количество неинвазивных анализаторов и систем было выпущено на рынок за последние десятилетия, но все они имели одну общую проблему – недостоверность и неточность получаемых результатов. Данная проблема сохраняется и на сегодняшний день.

Очевидно, что проблема недостоверности результатов исходит от технологий определения глюкозы крови, заложенных в неинвазивные глюкометры.

Методы, применяемые для неинвазивного контроля уровня глюкозы:

- Инфракрасная (оптическая) спектроскопия.

Этот метод чаще всего используется в неинвазивных глюкометрах. Инфракрасная спектроскопия способна определить только ближний диапазон волн, а именно 750 – 2500 нанометров, то есть происходит оптическое поглощение волн инфракрасного излучения, которые находятся в области поглощения глюкозы крови (пики 840, 940, 1045 нанометров). Фотоприемник выдает полученный спектр излучения, которое прошло через кожу исследуемого.

Наиболее комфортным участком тела для помещения источника инфракрасного излучения

и фотоприемника являются мягкие ткани пальца или мочки уха. Недостатками данной системы является прямая зависимость от внешних факторов, таких как: строение кожи исследуемого (толщина кожного покрова), количество межклеточной жидкости, состав межклеточной жидкости, степень потоотделения исследуемого и т.д. Также, одной из главных причин недостоверности полученных результатов являются пики воды (960 нанометров), которые осложняют установление пиков поглощения глюкозы. Даже если увеличить инфракрасный диапазон до дальнего и исследовать волны длиной 2500 – 10000 нанометров, результат также будет недостоверен, так как при данном диапазоне излучение не способно проникать в глубокие ткани.

- Поляризационная спектроскопия

Этот метод был одним из первых среди неинвазивных технологий определения глюкозы крови. При данном методе концентрация глюкозы крови воздействует на плоскость поляризации. Для поляризационной спектроскопии требуется минимальный набор компонентов – это видимый свет и глаз. В данном методе также присутствуют некоторые недостатки – например, всем известно, что кроме глюкозы изменять поляризацию света способны многие жидкости человеческого организма, что крайне негативно влияет на достоверность данных. Кроме этого, на поляризацию света могут непредсказуемо влиять температура окружающей среды и роговица глаза.

- Ультразвуковой метод

Ультразвуковые исследования (УЗИ) давно и прочно вошли в спектр медицинской диагностики. Данный метод основан на фотоакустическом эффекте, то есть лазерное излучение в жидкости возбуждает звуковые колебания, которые далее направляются в микрофон. Стоит учитывать, что ультразвук очень легко проникает в тело человека, а значит и в сосуды, и в органы. Однако колоссальное влияние окружающей среды не позволяет приходиться к достоверным результатам исследования.

- Электрические характеристики крови

При данном методе проводится сравнение электрических параметров крови в зависимости ►►

от уровня глюкозы крови. К электрическим параметрам крови относятся: проводимость крови, сопротивление крови, емкость сопрягаемого участка кожи с пластиной детектора. Но стоит учитывать, что определенные физиологические показатели исследуемого, такие как: толщина кожного покрова, степень потоотделения, расположение кровеносной системы в области исследования, артериальное давление, общая температура тела исследуемого и т.д., отрицательно влияют на достоверность проводимой процедуры.

- Анализ межклеточной жидкости на поверхности кожи

Данный метод определяет концентрацию глюкозы в межклеточной жидкости. Методов забора межклеточной жидкости существует несколько. Одним из основных является забор межклеточной жидкости сквозь кожу путем ее раздражения электрическим током. Также забор межклеточной жидкости возможен при помощи лазера, формирующего маленькие поры в толще кожи с межклеточной жидкостью. Результаты исследования наносятся на специальный одноразовый сенсор, который меняется при каждой процедуре. Необходимо учитывать, что уровень глюкозы в межклеточной жидкости и уровень глюкозы крови отличаются на 10–30 минут, то есть если глюкоза крови на данный момент имеет определенный уровень, то в межклеточной жидкости этот уровень будет определяться только через 10–30 минут. Как и остальные неинвазивные методы, данный способ обладает недостоверностью результата, так как зависит от толщины кожного покрова исследуемого, температуры тела и т.д.

- Глазная спектроскопия

При данном методе глюкоза определяется в слезной жидкости. Исследуемый надевает специальные контактные линзы, содержащие гидрогель. В зависимости от уровня глюкозы гидрогель меняет цвет линз. Изменение цвета линз возможно наблюдать на спектрофотометре. Данный метод также недостоверен, так как на него оказывают влияние свойства глазного яблока, состав слезной жидкости, температура тела и окружающей среды и т.д.

Устройства для Flash-мониторинга уровня глюкозы

- Abbott FreeStyle Libre (1, 2, 3 версии)

Глюкометр Фристайл Либре — компактный и простой в использовании датчик, который крепится на предплечье или заднюю часть плеча для более высокого комфорта ношения и удобства выполнения диагностики. Диаметр сенсора составляет 3,5 см; толщина иглы, которая вживляется в подкожно-жировую клетчатку – 0,35 мм, а ее длина – 5 мм (рис. 5). В качестве материала для диагностики используется не капиллярная кровь, а межклеточная жидкость.



Рис. 5. Глюкометр Фристайл Либре [19]
Fig. 5. Abbott FreeStyle Libre

Набор состоит из ридера (считывателя) и двух сенсоров. Продолжительность эксплуатации сенсора составляет 14 дней – по истечении этого срока нуждается в замене [20]. Чтобы считать данные со сканера, необходимо поднести ридер на расстояние 1–4 см. Данные передаются даже через одежду.

Третья версия сенсора сильно уменьшилась в размерах (компания заявляет, что на данный момент это самый маленький сенсор для продолжительного мониторинга уровня глюкозы) (рис. 6). Помимо этого, сенсор теперь автоматически отправляет данные в смартфон пользователя с периодичностью раз в минуту. Сам пользователь при этом может в автоматическом режиме получать уведомления о выходе за допустимый коридор значений.

Напомним, что в предыдущей (второй) версии для получения данных сенсор необходимо было сканировать «ридером» либо мобильным телефоном.



Рис. 6. Abbott Freestyle Libre 3 [19]

- РУ Росздравнадзора – есть;
- Версия FreeStyle Libre 1 (ПЗН 2018/6764 от 11.12.2020 г.);
- Версия FreeStyle Libre 2 (ПЗН 2022/16406 от 24.01.2022 г.);
- Версия FreeStyle Libre 3 (нет);
- CE – есть;
- FDA – есть.

• Dexcom G6

Система продолжительного измерения уровня глюкозы от компании Dexcom. Система состоит из аппликатора, передатчика и принимающего устройства. Аппликатор устанавливается на заднюю часть плеча или на живот. Установка происходит с помощью специального устройства-пистолета, который единоразово прокалывает кожу тонкой иглой и фиксирует аппликатор на коже. Передатчик крепится поверх аппликатора и позволяет передавать данные на специальный «ридер» или на смартфон в мобильное приложение (рис. 7).



Рис. 7. Система продолжительного измерения уровня глюкозы от компании Dexcom [21]
Fig. 7. Dexcom continuous glucose monitoring system [21]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – есть;
- FDA – есть.

• Medtronic GUARDIAN™ CONNECT SYSTEM

Устройство измеряет уровень глюкозы не в плазме крови, а в межклеточной жидкости. Специальный усик передатчика вживляется под кожу и отправляет электрический сигнал различной силы в зависимости от уровня гликемии.

Показатели отсылаются в приложение Guardian Connect каждые пять минут (приблизительно 288 показаний за сутки). Все компоненты системы Guardian Connect осуществляют связь по низкоэнергетическому протоколу Bluetooth (BLE) и/или через беспроводное или сотовое подключение (рис. 8).

Показатели мониторинговой системы не совпадают в полной мере с экспресс-диагностикой глюкометра, однако дают общее представление об уровне глюкозы. Производитель заявляет, что полностью исключить использование традиционного глюкометра невозможно. Guardian Connect MMT 7820 требует калибровки каждые 12 часов и занесения в программу данных глюкометра. Период использования сенсора – 6 суток [22].

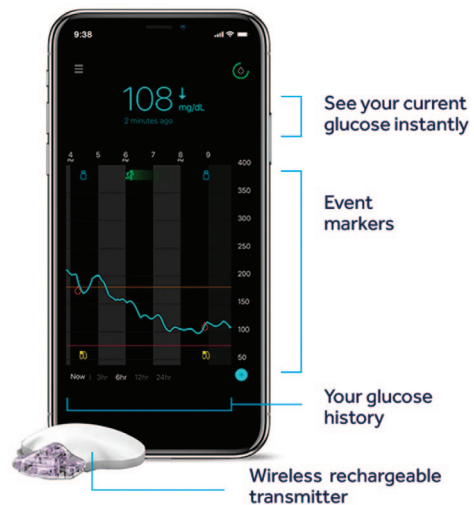


Рис. 8. Medtronic GUARDIAN™ CONNECT SYSTEM [23]

- РУ Росздравнадзора – есть (ПЗН 2021/14585 от 11.06.2021 г.);
- CE – есть;
- FDA – есть.

• Senseonics Eversense

Сенсор Eversense E3 может использоваться до шести месяцев, что является более длительным сроком нежели у любой другой системы CGM, представленной сегодня на рынке. Кроме того, Eversense E3 требует калибровки только один ▶▶

раз в день при взятии крови из пальца, а не дважды в день, как это было в предыдущих моделях.

В основе системы Senseonics лежит крошечный флуоресцентный датчик размером с рисовое зерно, который имплантируется под кожу верхней части руки на срок до шести месяцев. Он постоянно контролирует уровень сахара в крови, автоматически отправляя показания на внешний передатчик, прикрепленный к руке с помощью клеящейся силиконовой подложки. Затем сенсор генерирует незаметные вибрации и оповещения через мобильное приложение, если уровень глюкозы выходит из заданного диапазона.

Важно отметить: имплантация и удаление сенсоров при тестировании проходили без осложнений – серьезных побочных явлений, связанных с устройствами, не было. Только 1,1 % участников исследования испытали легкое воспаление в месте имплантации после его удаления.



Рис. 9. Сенсор Eversense E3 [24]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – есть;
- FDA – есть.
- TouchCare® Nano CGM

Система непрерывного мониторинга уровня глюкозы от китайской компании Medtrum представляет небольшой сенсор с тонкой иглой, который прокалывает кожу и крепится на ее поверхности. Сверху устанавливается тонкий перезаряжаемый трансмиттер, который считывает данные каждые 2 минуты и передает их на смартфон пользователя. При этом сканировать данные отдельным устройством не нужно.

Сенсор работает в течение 14 дней в паре с трансмиттером. При потере связи со смартфоном

данные накапливаются во встроенной памяти и передаются при восстановлении соединения. При критическом уменьшении или увеличении уровня глюкозы система присылает уведомления. Также имеется предиктивная система, прогнозирующая негативные значения и предупреждающая об этом заранее. Сенсор не требует предварительной калибровки для использования (рис. 10).

Как и у своих конкурентов, сенсор полностью водонепроницаем: с ним можно принимать душ, купаться в бассейне и заниматься спортом. Имеется интеграция с помпой от этого же производителя [25].



Рис. 10. Система непрерывного мониторинга уровня глюкозы TouchCare® Nano CGM от Medtrum [26]
Fig. 10. TouchCare® Nano CGM continuous glucose monitoring system from Medtrum [26]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – есть;
- FDA – нет.

Устройства для неинвазивного определения уровня глюкозы в крови

- BrainBeat

Неинвазивный глюкометр от российской компании BrainBeat в своей основе использует метод оптической спектроскопии в ближнем инфракрасном диапазоне (рис. 11). Главная технологическая проблема, которая сдерживает развитие оптической спектроскопии для оценки содержания глюкозы в крови, связана с наличием множества других структур в коже и в просвете сосудов (воды, протеинов, липидов, различных форм гемоглобина, меланина). Все это необходимо учитывать в общей модели и понимать ее нелинейность [27].

Уникальность проекта заключается в неинвазивном спектроскопическом измерении глюкозы в

крови, работающем на основе специальных алгоритмов, учитывающих широкий спектр возможных погрешностей при измерении. Новизна заключается в расчете глюкозы в крови на основе измерения излучения в оптической области спектра поглощения глюкозы на 3-х диапазонах.

- Фильтрация на спектрах поглощения воды и др.
- Получения данных с фотосенсоров до нескольких десятков замеров в секунду.
- Использование кастомных светодиодов.



Рис. 11. Неинвазивный глюкометр BrainBeat
Fig. 11. Non-invasive glucometer BrainBeat

- РУ – на стадии получения;
- FDA – нет;
- CE – нет.

- GlucoTrack

Внешне устройство напоминает электронный гаджет, размер которого равен двум спичечным коробкам. Неинвазивный глюкометр Glucotrack DF-F оснащен сверхчувствительными датчиками, что минимизирует риск получения искаженных данных. Аппарат имеет собственный дисплей, на который выводится информация об уровне сахара в крови пациента. Glucotrack DF-F состоит из USB-разъема, соединяющегося с клипсой. Эта часть глюкометра одевается на мочку уха, устанавливает концентрацию глюкозы и передает уже обработанные данные.

Во время работы электронное устройство использует следующие способы диагностики избыточной глюкозы:

- электромагнитное сканирование;
- оптический контроль;
- ультразвуковое исследование;
- фиксация термальных параметров.



Рис. 12. Неинвазивный глюкометр Glucotrack DF-F
Fig. 12. Non-invasive glucometer Glucotrack DF-F

- РУ – нет;
- FDA – нет;
- CE – есть.

- CoG – Hybrid Glucometer

Метод измерения, применяемый в CoG, основан на методе фотоплетизмографии, оценивающем изменения состояния сосудов внутри пальца пользователя при освещении его светом разной длины волны. Принцип работы прибора: несколько светодиодов светят в диапазоне длин волн от зрительных до инфракрасных через кончик пальца (рис. 13). Когда через него проходит свет, часть излучения поглощается, и отраженный световой сигнал изменяется. Датчик встроенной в устройство камеры в режиме реального времени обнаруживает изменения светового сигнала. Используя запатентованные алгоритмы и измеренные данные, прибор анализирует корреляцию между сигналом и биологическими параметрами, чтобы получить уровень глюкозы в крови.

Сами производители называют это устройство гибридным, поскольку перед измерением уровня сахара в крови традиционным инвазивным методом с помощью тест-полосок прибор придется откалибровать, чтобы учесть индивидуальные особенности человека (цвет кожи и ее толщину). Эти полоски вставляются в Combo Glucometer, где результаты их анализа сравниваются с данными измерений, полученными с помощью фотоплетизмографии. Первые три дня работы прибора – это, своего рода, «тренировочный период», когда он учится соотносить оптические характеристики кожи пользователя с показаниями камеры. После этого прибор работает с точностью и высокой скоростью, облегчая пациентам с диабетом контроль за уровнем сахара в крови и помогая соблюдать требования врача [28]. ►►



Рис. 13. CoG – Hybrid Glucometer [29]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – есть;
- FDA – нет.

• Scanbo

В январе 2022 года британская компания Scanbo, занимающаяся разработками в области искусственного интеллекта (ИИ), представила технологию, которая позволяет за 60 секунд без прокола пальца определить уровень глюкозы в крови.

Scanbo представила прототип, который использует комбинацию датчика фотоплетизмографии и 3-канального ЭКГ для измерения скорости кровотока. После того, как пользователь расположит на сенсорах свои пальцы, устройство, на основании встроенных алгоритмов, сможет вычислить значение уровня глюкозы в крови.



Рис. 14. Scanbo [30]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – нет;
- FDA – нет.

• GWave

GWave от израильской компании Hagar Technology — это неинвазивное устройство для мониторинга уровня глюкозы, оснащенное датчиком, размещенным внутри легкого браслета, который определяет уровень глюкозы с помощью радиочастот. Браслет подключается к мобильному приложению, которое отображает показания и позволяет пользователям обмениваться данными со своим врачом. В 2021 году после получения финансирования от ряда инвесторов, технология Hagar получила титул FDA (Food and Drug Administration) в номинации прорывного устройства. В настоящее время идут клинические испытания данной технологии [31].

В открытых интернет-источниках не нашлось ни одной фотографии устройства/прототипа. Это может свидетельствовать о низкой степени готовности устройства и «сырой» технологии.

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – нет;
- FDA – нет.

• SugarBEAT

Компания Nemaura Medical (Великобритания) разработала Sugarbeat – неинвазивный монитор уровня глюкозы, который уже одобрен для использования в Европе. Это небольшой пластырь, который прикрепляется к коже на срок до 24 часов до необходимой замены. Прямоугольный передатчик peel-and-patch отправляет показания по Bluetooth в сопутствующее мобильное приложение каждые 5 минут (рис. 15).



Рис. 15. Sugarbeat от Nemaura medical [33]

Устройство пропускает через кожу незаметный электрический ток, который втягивает небольшое количество молекул глюкозы в пластырь, прикрепленный к коже. Выбранные молекулы извлекаются из межклеточной жидкости непосредственно под верхним слоем кожи.

Хотя Nemaura medical первоначально представила Sugarbeat в FDA в 2019 году, компанию попросили представить его повторно с дополнительными данными. Тем временем компания запускает в США probate – нерегулируемую версию CGM, предназначенную для людей с диабетом 2 типа [32].

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – есть;
- FDA – нет.

• Know Labs

Компания Know Labs из США разрабатывает сразу два неинвазивных устройства для мониторинга уровня глюкозы, которые используют технологию Bio-RFID (Body-Radio Frequency Identification). Данная технология позволяет измерять молекулярные структуры в крови с помощью радиоволн и будет реализована в двух устройствах – для сканирования пальцев и в виде браслета, которые избавляют от необходимости прокалывать кожу, чтобы получить показания уровня глюкозы в крови [34].

• UBand

UBand — это устройство в виде браслета со встроенным биосенсором, который непрерывно контролирует уровень сахара. Показания отправляются в приложение на смартфон, где пользователи могут их просматривать и анализировать.



Рис. 16. Браслет UBand [34]
Fig.16. UBand [34]

Устройство может работать автономно сроком до 7 дней. Оно предназначено для пациентов с сахарным диабетом, которые заинтересованы в непрерывном мониторинге уровня глюкозы в крови (рис. 16).

• KnowU

Данное устройство позволяет определить уровень глюкозы в крови, прислонив ладонь к небольшому считывателю (рис. 17). Технология измерения – точно такая же, как и у модели в виде браслета.

Данные устройства находятся пока на этапе прототипов и тестирования гипотезы. Никаких реальных изображений или видео с использованием устройств нет.



Рис. 17. Устройство KnowU [34]
Fig. 17. KnowU device [34]

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – нет;
- FDA – нет.

• DiaMonTech

Diamond tech – немецкая компания, которая создала систему, использующую молекулярную спектроскопию для обнаружения молекул сахара в крови неинвазивным методом. В настоящее время компания работает над 3 версиями (рис. 18): ►►

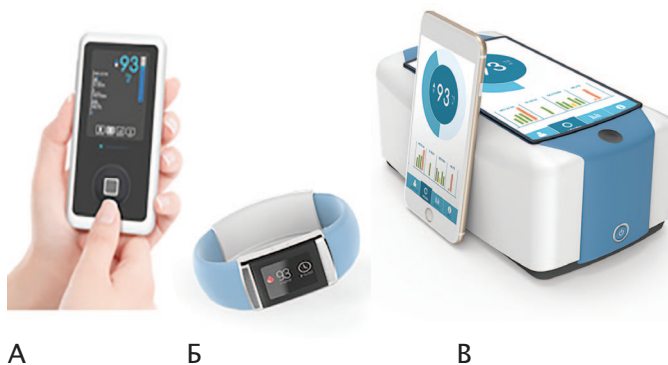


Рис. 18. А) D-Pocket; Б) D-сенсор; В) Система, разработанная для больничных условий [35]
Fig. 18. А) D-Pocket; Б) D-sensor; В) System designed for hospital environments [35]

А. D-Pocket – портативное устройство, для работы которого требуется, чтобы пользователи нажимали пальцем на устройство, чтобы впоследствии получить показания. Ожидается, что данный прибор появится в 2023 году или позже.

Б. D-сенсор, который может быть встроен в фитнес-браслеты или часы. Ожидается не ранее 2024 года.

В. Система, разработанная для больничных условий и в настоящее время максимально доступная для использования. По размеру сопоставима с обувной коробкой.

- РУ Росздравнадзора – нет;
- CE – нет;
- FDA – нет.

■ ОБСУЖДЕНИЕ

Степень готовности к регистрации и использованию

Большинство неинвазивных глюкометров из данного списка являются прототипами устройств и находятся на стадии тестирования и проверки гипотезы. Несмотря на то, что у каждого из данных продуктов есть отдельный сайт с описанными преимуществами использования метода измерения, рендеры устройств и подробная информация, найти клинические испытания/исследования, обзоры и даже фотографии реальных устройств довольно сложно. Это говорит о том, что на данный момент ни один из данных продуктов не стал массовым и не показал свою однозначную диагностическую и клиническую эффективность.

Более того, некоторые из моделей неинвазивных глюкометров являются инструментом для мошенничества в Интернете и предлагаются доверчивым пользователям как «идеальное» устройство для больных сахарным диабетом. Имея красивый сайт, хорошую SEO-оптимизацию для поисковых систем, данные устройства пестрят в поисковой выдаче при поиске неинвазивных глюкометров. Мы намеренно не стали включать данные модели в наш обзор.

Основные положения:

1. Проблема сахарного диабета занимает лидирующие позиции в мире по своей значимости и

количеству пациентов, страдающих данным заболеванием. Поэтому определение уровня глюкозы (частично или полностью неинвазивное, непрерывное) является крайне актуальной задачей для ряда компаний, работающих в данном направлении.

2. Нужно сказать, что перспективы выхода на рынок медицинских изделий, как в России, так и в мире, привлекают многие компании и мотивируют сосредотачиваться на направлении инноваций в управлении сахарным диабетом. Большое количество компаний пытаются внедрить инновационные технологии и произвести революцию в мониторинге сахарного диабета – это относится к разработкам в области продолжительного мониторинга глюкозы, неинвазивного определения и созданию неинвазивных глюкометров.

3. Команды из разных стран используют различные методы и ищут закономерности, которые основаны на информации, полученной с доступных на сегодняшний день сенсоров, позволяющих определить уровень глюкозы в крови в конкретный момент. В ход идут все доступные технологии: самая последняя сенсорика, анализ больших данных, нейронные сети. Неинвазивные глюкометры, которые мы видим в мире на сегодняшний день, используют одновременно несколько технологий. Это отличает подобные устройства от их «собратьев» в других отраслях медицины.

4. Несмотря на использование самых современных технологий, получить стабильно точные результаты оказывается не под силу многим компаниям. Некоторые громкие проекты, которые «гремели» еще несколько лет назад, в том числе будучи представленными на выставках, сегодня находятся в упадке и так и не доказали свою точность и эффективность.

5. Есть сложности с получением разрешительной документации, удостоверений от регулирующих органов, и получение регистрационного удостоверения затягивается на многие годы. Особенно мы видим это на примере иностранных проектов, которые за длительное время так и не смогли получить FDA или CE MARK.

6. Нельзя не сказать и о хайпе в интернет-среде на тему неинвазивных глюкометров, где при запросе конкретных моделей «продвинутые» интернет-магазины обещают доставить за довольно скромную цену крайне «инновационный» прибор

для неинвазивного измерения уровня глюкозы в крови. Нужно ли писать о том, чем заканчиваются подобные заказы у доверчивых потребителей?

7. Важный момент связан с инсулинотерапией при повышении уровня глюкозы у пациентов с диабетом 1 типа. Некоторые системы flash-мониторинга, например, системы компаний Medtronic или Medtrum, могут работать в паре с автоматической инсулиновой помпой, которая в зависимости от показаний глюкозы может автоматически вводить в организм нужную дозу инсулина. Это безусловно очень важный аспект в управлении своим здоровьем при сахарном диабете 1 типа, поэтому процесс создания систем для использования такими пациентами является двухэтапным: контроль уровня глюкозы и введение нужной дозы инсулина.

8. Изучив материалы и обзоры реальных пользователей систем мониторинга глюкозы, можно прийти к интересным выводам. Неинвазивные глюкометры как таковые и методы неинвазивного измерения сахара оказываются для пользователей не такими интересными и перспективными, как flash-мониторинг глюкозы. Именно продолжительное измерение уровня глюкозы, возможность в любой момент времени проверить в своем смартфоне уровень сахара, увидеть график изменения показателей и наблюдать данные показатели без задержек (при неинвазивных методах есть физические и технологические барьеры для отображения уровня глюкозы в реальном времени, данные зачастую отображаются с задержкой в 15-20 минут) являются основными преимуществами, которые нужны реальным пользователям подобных систем. При этом неинвазивные системы требуют особых условия для изме-

рения, и сам процесс измерения занимает некоторое время. При этом мы можем получить значения с некоторой погрешностью ввиду использования данного метода.

■ ВЫВОДЫ

1. В ближайшее время все большее распространение и признание реальными пользователями-пациентами получают именно системы flash-мониторинга в их новых поколениях. В каждом новом поколении данные системы становятся удобнее, энергоэффективнее, эргономичнее, и, вероятно, в ближайшее время приобретут вид имплантируемых устройств с возможностью беспроводной зарядки внешними источниками. Именно в этот момент можно будет сказать о решении проблем контроля уровня сахара в крови в повседневной жизни.

2. Системы flash-мониторинга для реальных пользователей оказываются наиболее удобным и эффективным инструментом в контроле уровня глюкозы. Возможность отслеживать данные в непрерывном режиме позволяют говорить об управлении хроническим заболеванием.

3. Перспектива создания полностью неинвазивного глюкометра привлекает к работе множество команд разработчиков по всему миру. Однако технологические сложности при разработке затягивают процесс создания продукта, многие проекты завершаются, не получив ожидаемого результата.

4. На данный момент не существует неинвазивного глюкометра, отвечающего всем требованиям клинической медицины, обеспечивающего полный и точный контроль уровня глюкозы. //

ЛИТЕРАТУРА

1. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. Под редакцией И.И. Дедова, М.В. Шестаковой, А.Ю. Майорова. 10-й выпуск (дополненный). М.: 2021. [Algorithms of specialized medical care for patients with diabetes mellitus. Edited by I.I. Dedov, M.V. Shestakova, A.Yu. Mayorov. 10th edition (extended). Moscow: 2021. (In Russian)]. <https://doi.org/10.14341/DM12802>.

2. Schwartz SS, Epstein S, Corkey BE, Grant SF, Gavin JR 3rd, Aguilar RB. The Time Is Right for a New Classification System for Diabetes: Rationale and Implications of the β -Cell-Centric Classification Schema. *Diabetes Care* 2016 Feb;39(2):179–86. <https://doi.org/10.2337/dc15-1585>.

3. Atkinson MA, Eisenbarth GS, Michels AW. Type 1 diabetes. *Lancet* 2014 Jan 4;383(9911):69–82.

4. Craig ME, Jefferies C, Dabelea D, Balde N, Seth A, Donaghue KC. Definition, epidemiology, and classification of diabetes in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 2014;19(Suppl 27):7–19.

5. Ogle GD, James S, Dabelea D, Pihoker C, Svennson J, Maniam J, Patterson CC. Global estimates of incidence of type 1 diabetes in children and adolescents; Results from the International Diabetes Federation Atlas, 10th Edition. *Diabetes Res Clin Pract* 2021.

6. Tuomilehto J, Ogle GD, Lund-Blix N, Stene LC. Update on worldwide trends in occurrence of childhood Type 1 Diabetes in 2020. *Pediatr Endocrinol Rev* 2020;17(Suppl 1):198–209.

7. HAPO Study Cooperative Research Group, Metzger BE, Lowe LP, Dyer AR, Trimble ER, Chaovarindr U, Coustan DR, et al. Hyperglycemia and adverse pregnancy

ЛИТЕРАТУРА

outcomes. *N Engl J Med* 2008;358(19):1991-2002. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0707943>.

8. Metzger B, Oats J, Coustan D. Hod Results of the HAPO study: progress towards a new paradigm for detection & diagnosis of GDM. 5th International simposium on Diabetes and pregnancy. Italy (Sorrento) 2009; 640 p.

9. Дедов И.И., Краснополяский В.И., Сухих Г.Т. Российский национальный консенсус «Гестационный сахарный диабет: диагностика, лечение, послеродовое наблюдение». *Сахарный диабет* 2012(4). [Dedov I.I., Krasnopolsky V.I., Sukhoi G.T. Russian national consensus "Gestational diabetes mellitus: diagnosis, treatment, postpartum follow-up". *Saharnyy diabet = Diabetes mellitus* 2012(4). (In Russian)].

10. International Diabetes Federation. *Diabetes Atlas* 2021. [Electronic resource]. URL: <https://diabetesatlas.org/atlas/tenth-edition/>.

11. Регистр сахарного диабета. [Официальный сайт]. URL: <https://sd.diaregistry.ru/>.

12. Дедов И.И., Шестакова М.В., Галстян Г.Р. Распространенность сахарного диабета 2 типа у взрослого населения России (исследование NATION). *Сахарный диабет* 2016;19(2):104-112. [Dedov I.I., Shestakova M.V., Galstyan G.R. Prevalence of type 2 diabetes mellitus in the adult population of Russia (NATION study). *Saharnyy diabet = Diabetes mellitus* 2016;19(2):104-112. (In Russian)]. <https://doi.org/10.14341/DM2004116-17>.

13. Тимофеев А.В. Измерение глюкозы по месту лечения: вопросы качества и безопасности. Классификация и аналитические характеристики методов измерения глюкозы. *Эндокринология: новости, мнения, обучение* 2014(1-2):38-46. [Timofeev A.V. Glucose measurement at the place of treatment: quality and safety issues. Classification and analytical characteristics of glucose measurement methods. *Endokrinologiya: novosti, mneniya, obucheniye = Endocrinology: News, Opinions, Training* 2014(1-2):38-46. (In Russian)]. URL: https://endocrinology-journal.ru/ru/jarticles_endo/141.html?SSr=04013461cc04ffffff27c__07e50118040432-e6a&ysclid=lagkf5f91s917634356.

14. Линейка глюкометров Ассу-Чек. [Официальный сайт]. URL: <https://www.assu-check.ru>.

15. Жебентяев А.И., Жерносок А.К., Талут И.Е. Электрохимические методы анализа. [Zhebentyaev A.I., Zhernosek A.K., Talut I.E. Electrochemical methods of analysis. (In Russian)]. URL: https://www.elib.vsmu.by/bitstream/123/9846/1/Zhebentiaev-AI_Elektrokhimicheskie%20metody%20analiza_2016.pdf?ysclid=lagla8ymx82766728.

16. Линейка глюкометров OneTouch. [Официальный сайт]. URL: <https://www.onetouch.ru>.

17. Компания-производитель глюкометров Сателлит. [Официальный сайт]. URL: <https://www.eltald.ru/catalog/glyukometry/glyukometr-satellit-ekspres/>.

18. Демидова Т.Ю., Титова В.В., Неудакхина В.О. Система флеш-мониторирования глюкозы в клинической практике ведения пациентов с сахарным диабетом 1 типа. [Demidova T.Yu., Titova V.V., Neudakhina V.O. Flash glucose monitoring system in the clinical practice of managing patients with type 1 diabetes mellitus. (In Russian)]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-flesh-monitorirovaniya-glyukozy-v-klinicheskoy-praktike-vedeniya-patsientov-s-saharnym-diabetom-1-tipa?ysclid=lagh82j9tk950110887>.

19. Система Abbot Freestyle Libre. [Официальный сайт]. URL: <https://freestyle-diabetes.ru>.

20. FreeStyle Libre система Flash мониторинга глюкозы. Обзор и опыт использования, плюсы, минусы. URL: <https://evercare.ru/news/freestyle-libre-sistema-flesh-monitoringa-glyukozy-obzor-i-opyt-ispolzovaniya-plyusy-minusy>.

21. Dexcom. [Official site]. URL: <https://www.dexcom.com/index.php>.

22. Akturk HK, Dowd R, Shankar K and Derdzinski M. Real-World Evidence and Glycemic Improvement Using Dexcom G6 Features. *Diabetes Technol Ther* 2021. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7957382/>.

23. Medtronic. [Official site]. URL: <https://www.medtronic-diabetes.com/ru-RU/guardian-connect>.

24. Eversense. [Official site]. URL: <https://www.ascensiadiabetes.com/eversense/>.

25. Zhou J, Zhang Sh, Li L, Wang Yu, Lu W, Sheng Ch, Li Yi, Bao Yu, Jia W. Performance of a new real-time continuous glucose monitoring system: A multicenter pilot study. *J Diabetes Investig*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5835467/>.

26. Medtrum. [Official site]. URL: <https://medtrum.com>.

27. Brainbeat. [Official site]. URL: <https://edvais.com/metodika>.

28. Segman YJ. Device and Method for Noninvasive Glucose Assessment. *J Diabetes Sci Technol*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29575926/>.

29. Cnoga. [Official site]. URL: <https://www.cnogacare.co/cog-hybrid-glucometer>.

30. Scanbo. [Official site]. URL: <https://www.scanbo.com>.

31. GWave. [Official site]. URL: <https://www.hagartech.com>.

32. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, Amiel SA, Beck R, Biester T, et al. Clinical Targets for Continuous Glucose Monitoring Data Interpretation: Recommendations From the International Consensus on Time in Range. *Diabetes Care*. URL: <https://diabetesjournals.org/care/article/42/8/1593/36184/Clinical-Targets-for-Continuous-Glucose-Monitoring>.

33. Sugarbeat. [Official site]. URL: <https://sugarbeat.com/home/>.

34. KnowLabs. [Official site]. URL: <https://www.knowlabs.co/>.

35. Diamontech. [Official site]. URL: <https://www.diamontech.de/home>.

Сведения об авторах:

Зеленский М.М. – сооснователь Evercare.ru, шеф-редактор Evercare.ru; Москва, Россия; mz-uro@ya.ru, РИНЦ AuthorID 1119957

Грицкевич Е.Ю. – к.м.н., эндокринолог, МЦ «МирА», Москва, Россия; genyan.7@mail.ru, РИНЦ AuthorID 1042992

Вклад авторов:

Зеленский М.М. – дизайн обзора, литературные источники, написание текста, 70%
Грицкевич Е.Ю. – литературный обзор, написание текста, 30%

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 10.08.22

Рецензирование: 01.09.22

Результаты рецензирования: 12.09.22

Принята к публикации: 15.09.22

Information about authors:

Zelensky M.M. – co-founder of Evercare.ru, editor-in-chief of Evercare.ru; Moscow, Russia; mz-uro@ya.ru,

Gritskevich E.Yu. – PhD, endocrinologist, MirA Medical Center, Moscow, Russia; genyan.7@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0086-869X>

Authors contributions:

Zelensky M.M. – review design, literature sources, text writing, 70%

Gritskevich E.Yu. – literature review, text writing, 30%

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Financing. The study was performed without external funding.

Received: 10.08.22

Reviewing: 01.09.22

Peer review results: 12.09.22

Accepted for publication: 15.09.22

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-45-54>

Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека: возможности и ограничения

И.А. Шадеркин

Институт цифровой медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); д. 1, стр. 2, Абрикосовский пер., Москва, 119435, Россия

Контакт: Шадеркин Игорь Аркадьевич, info@uroweb.ru

Аннотация:

Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека – это разновидность телемедицинских технологий, которая позволяет отслеживать во времени выбранные показатели здоровья и показатели окружающей среды человека, накапливать эти данные в цифровом виде, передавать на расстоянии для оценки врачом или другим медицинским персоналом динамики состояния здоровья человека с целью принятия клинического решения.

Технологии ДМ являются новым этапом развития ТМТ, и, как любая технология он имеет свои положительные и отрицательные стороны, проходит в своем развитии ряд этапов, находя свои показания и противопоказания. В данной статье мы сконцентрировались в первую очередь на клинических аспектах ДМ, за кадром остались многие технические и организационные вопросы, требующие отдельного обсуждения.

По мере развития и становления ДМ знания о нем будут расширяться и дополняться.

На первых этапах дистанционный мониторинг можно выделить как отдельную технологию, но, скорее всего, со временем эта технология будет распадаться на отдельные клинические направления, детализироваться, входить в повседневную практику врачей, становясь неотъемлемой ее частью, в которой сложно будет узнать отдельную технологию. Так произошло с измерением уровня глюкозы крови – из особой лабораторной методики оно стало частью клинической практики ведения пациентов с СД, находящихся на инсулинотерапии.

На этапе становления акцент на особый статус технологии, например создание пилотного проекта МЗ РФ «Персональный медицинский помощник», является хорошим инструментом для стимулирования и развития ДМ как особого направления.

Ключевые слова: телемедицина; фьюжн-мониторинг; дистанционный мониторинг.

Для цитирования: Шадеркин И.А. Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека: возможности и ограничения. Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения 2022;8(3)45-54; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-45-54>

Remote monitoring of human health and the environment: opportunities and limitations

<https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-45-54>

I.A. Shaderkin

Institute of Digital Medicine of the First Moscow State Medical University them Sechenov (Sechenov University); 1, bldg. 2, Abrikosovskiy per., Moscow, 119435, Russia

Contact: Igor A. Shaderkin, info@uroweb.ru

Summary:

Remote monitoring (RM) of health and environment is a type of telemedicine technologies (TMT) which allows to track selected health and environment indicators, to store this data digitally, to transfer data to physician or other medical staff for an assessment of health condition in order to make a clinical decision.

RM technologies are the new stage of TMT development and, as any other technology, it has positive and negative sides, passes several stages in its development, and finds its indications and contraindications. In this article, we have concentrated on clinical aspects of RM. Many technical and organizational matters remain behind the scenes and require another discussion.

Knowledges about RM will expand and elaborate with the development and formation of this sphere.

On the first stages we can identify RM as a separate technology. But, most likely, eventually this technology will be divided on separated clinical areas, detailed, and implanted in routine clinical practice as its essential part and, thus, with time RM won't be identified as separate technology. The same evolution was made by blood glucose measurement: from special laboratory test it has become a part of clinical practice for management patients with insulin therapy.

On the stage of formation, focus on special status of this technology is a good tool for stimulating and developing RM as a special sphere. The pilot project from Russian Ministry of Health «Personal medical helper» is an example of it.

Key words: telemedicine; fusion monitoring; remote monitoring.

For citation: Shaderkin I.A. Remote monitoring of human health and the environment: opportunities and limitations. Russian Journal of Telemedicine and E-Health 2022;8(3)45-54; <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-3-45-54>

■ ВВЕДЕНИЕ

Широкое внедрение в клиническую практику телемедицинских технологий (ТМТ) встретило на своем пути барьеры – технологический, юридический, экономический, методологический [1]. Например, не произошло существенного увеличения числа телемедицинских консультаций «пациент-врач».

Однако, несмотря на существующие сложности, ТМТ продолжает эволюционировать [2]. Появляются новые перспективные решения и технологии, направленные не только и не столько на решение организационных вопросов здравоохранения (увеличение доступности медицинской помощи, снижение/оптимизация экономических затрат, решение кадровых вопросов), но в первую очередь на решение клинических задач, которые либо были решены не полном объеме или не решены вовсе. Такой технологией, вышедшей из телемедицины (ТМ), можно назвать *дистанционный мониторинг (ДМ) состояния здоровья и окружающей среды человека*, в основе которой лежит интернет медицинских вещей [3].

Дистанционный мониторинг состояния здоровья и окружающей среды человека – это разновидность телемедицинских технологий, которая позволяет отслеживать во времени выбранные показатели здоровья и показатели окружающей среды человека, накапливать эти данные в цифровом виде, передавать на расстоянии для оценки врачом или другим медицинским персоналом динамики состояния здоровья человека с целью принятия клинического решения.

Появляется не просто новая форма общения участников медицинской помощи, а новый клинический инструмент, что по степени важности сопоставимо с появлением нового класса препаратов в фармакологии.

Технология дистанционного мониторинга состояния здоровья и окружающей среды человека не имеет значительных противоречий с текущим

российским законодательством – так, например, дистанционный мониторинг назначается после очного визита пациента в клинику, когда уже поставлен диагноз и назначено лечение. Также стоит отметить, что технология дистанционного мониторинга нашла поддержку со стороны правительства и официальных органов исполнительной власти в здравоохранении в виде пилотного проекта «Персональные медицинские помощники» (ПМП). Проект заключается в создании до 2024 года информационной платформы ПМП, проведения пилотного исследования по мониторингу пациентов с артериальной гипертензией (АГ) и сахарным диабетом (СД) с использованием приборов класса интернет медицинских вещей, таких как тонометры и глюкометры. В проекте принимают участие ведущие Научно-исследовательские медицинские центры (НМИЦ) по профилям «эндокринология» и «кардиология» [4].

К проекту ПМП предъявляются завышенные требования – ожидается, что этот проект будет способствовать новому витку развития ТМТ, подталкивать развитие отечественных производителей медицинских изделий персонального использования, широкому применению этих изделий у пациентов с хроническими заболеваниями.

Нами накоплен довольно длительный научный и практический опыт применения дистанционных технологий мониторинга, который будет изложен в данной статье [5-13].

■ ОБСУЖДЕНИЕ

I. Что в себя включает дистанционный мониторинг.

По нашему мнению, ДМ включает в себя следующие блоки:

1. Дистанционный мониторинг показателей здоровья человека. Такими показателями могут быть артериальное давление (АД); пульс; глюкоза крови; начало, окончание и длительность сна; количество шагов в течение суток; вес; базальная

температура и связь ее с овуляционным циклом; формализованные жалобы пациента (Визуальная аналоговая шкала боли – ВАШБ, шкала IPSS, шкала уровня тревоги и депрессии) и многие другие. Эти показатели включают в себя не только привычные нам биологические маркеры, но и физиологические и патологические процессы, жалобы пациента, физическую активность пациента. Количество мониторируемых показателей растет по мере появления технологических решений для их регистрации.

Таковыми технологическими решениями выступают:

- **формализованные (валидизированные) опросники**, которые на регулярной основе заполняются пациентами или их близкими, тем самым отслеживая динамику показателей здоровья. Удобство этого подхода связано с тем, что в результате получают оцифрованные данные, к которым можно применять математические инструменты анализа (строить графики, формировать дашборды, сравнивать показатели динамики).

- **приборы класса интернет медицинских вещей** (тонометры, глюкометры, весы). Такие приборы пациенты используют в домашних условиях, чаще всего индивидуально. Приборы фиксируют биологические маркеры (АД, пульс) или физиологические или патологические процессы (длительность фазы сна, шаги и т.д.), накапливают и передают эти данные в информационные системы.

2. Мониторинг окружающей среды человека.

Широко известным фактом является влияние окружающей среды на человека, но рутинная клиническая практика фиксации и отслеживания этих факторов отсутствует. Современные технологические решения позволяют сделать это без значительных затрат.

Существует 2 вида факторов окружающей среды, которые можно и, порой, полезно для пациента мониторить:

- **Природные факторы**, в условиях которых находится человек – погодные (температура, влажность, атмосферное давление и т.д.), наличие в окружающей среде благоприятных и неблагоприятных факторов (загрязнения, радиация). На сегодняшний день фиксация этих показателей является несложной – существуют открытые для получения информации интернет-сервисы (Яндекс-погода и др.), из которых по точке географического нахождения человека можно получить информацию.

- **Микроклимат** – окружающая среда человека в помещениях (дома, работе, зданиях), машине и т.д. С помощью портативных, домашних метеостанций можно отслеживать и фиксировать важные показатели: температура, влажность, атмосферное давление, уровень углекислого газа (CO₂), шум, инсоляция. Накапливая эти показатели в цифровом виде и совмещая их с показателями здоровья, можно увидеть корреляции и зависимость между собой – фьюжн-мониторинг. Благодаря такому подходу можно без значительных затрат корректировать факторы окружающей среды и их влияние на здоровье.

3. Мониторинг медицинских назначений.

Наши исследования показали, что назначения врача не означают их абсолютное выполнение пациентами [14]. Причинами могут быть отказы от выполнения назначений в ходе лечения до возникновения осложнений или неудобства приема препаратов, нежелание корректировать образ жизни. Часто врачи остаются в неведении и считают, что их назначения выполняются, а пациенты не сообщают об этом умышленно или нет. В связи с этим оценка эффективности назначений затруднена, особенно ярко это проявляется у пациентов, требующих длительной терапии и сложно выполнимых рекомендаций (диета, физическая активность). Поэтому мониторинг выполнения врачебных назначений является актуальной проблемой, для решения которой сегодня имеются технологические методы, относящиеся к разделу телемедицины. К ним можно отнести простые, но низко достоверные формализованные опросники, а также более точные технические решения, как «умная таблетница», «умная аптечка», дозатор препаратов и т.д.

- **Фьюжн мониторинг** – то есть временное сопоставление показателей состояния здоровья и окружающей среды различной модальности с целью поиска взаимных корреляций. По мере своего развития такой вид мониторинга может стать мощным клиническим инструментом для подбора и оценки эффективности терапии.

4. Мониторинг социальных графов (связей) человека.

Перспективный, но малоизученный инструмент, который позволяет обнаруживать и мониторить взаимное влияние людей друг на друга в разных видах коммуникаций, связях. Речь ►►

может идти не только о взаимном влиянии людей или групп людей, находящихся в географически близких взаимоотношениях (живут, работают или находятся вместе), но и влиянии связей, устанавливаемых между людьми с помощью информационных технологий, таких как смартфон, телефон, социальные сети, мессенджеры.

II. Показания для дистанционного мониторинга

Мы выделяем 2 вида показаний для дистанционного мониторинга:

1. Постановка первичного диагноза и дифференциальная диагностика. В клинических ситуациях хорошо себя зарекомендовало использование суточного домашнего мониторинга в кардиологии – холтеровского мониторирования, суточного мониторинга АД (СМАД). Пациенту на дом на ограниченный промежуток времени (1-3 суток) выдается прибор, в течение этого времени пациент измеряет показатели, необходимые врачу для постановки диагноза. Другим положительным примером является ведение дневника мочеиспускания, назначаемого урологами. Домашний мониторинг позволяет в привычных для пациента условиях получить и проанализировать показатели его здоровья, что дает неискаженную картину текущего состояния пациента.

Известны факты влияния **условий проведения** измерений показателей здоровья в поликлинике или стационаре («синдром белого халата», «застенчивый» мочевого пузыря), искажающие клиническую картину и дающие неверную информацию врачу. Другим фактом, который искажает картину измерений, можно назвать **однократность измерения**. Очевидно, что урофлоуметрия (УФМ) каждого мочеиспускания, выполненная пациентом в привычных домашних условиях, дает больше релевантной информации, чем однократная УФМ, выполненная в поликлинике, в условиях ограниченного пространства и времени. В разных специальностях при разных нозологиях можно выделить много показаний для мониторинга, но они ограничены наличием технологических решений для домашнего использования. Приборы класса интернет медицинских вещей открывают новые возможности для первичной и дифференциальной диагностики и хорошо встраиваются в рутинную клиническую практику [15].

Еще раз стоит подчеркнуть, что этот вид показаний для ДМ объединяет: 1) ограниченность во времени исследования и 2) цель – постановка диагноза.

2. Подбор терапии и мониторинг динамики состояния здоровья.

Эту группу показаний объединяют общие моменты:

- У пациента уже поставлен диагноз и назначена терапия.
- Длительность мониторинга ограничена длительностью заболевания.

Можно выделить несколько групп пациентов для дистанционного мониторинга:

- **Пациенты с острыми заболеваниями** – мониторинг имеет четко ограниченный временной промежуток. Например, мониторинг показателей температуры, пульса и оксигенации крови во время коронавирусной инфекции имеет начало и окончание, связанное с выздоровлением. В целом длительность мониторинга при острых состояниях может составлять от 1 до 2-х недель. Целью является контроль проводимой терапии и выявление осложнений течения заболевания.

- **Пациенты с длительно текущими хроническими заболеваниями**, такими как АГ, сахарный диабет, при которых мониторинг начинается с выставлением показаний к нему и не заканчивается никогда. Выходом из мониторинга хронического пациента является его собственный отказ, невыполнение назначений, иные организационные моменты. Целью является подбор адекватной терапии, которая позволяет вести пациента в установленном врачом терапевтическом коридоре, например, достижение целевых показателей систолического и диастолического давления.

- Особое внимание заслуживают **пациенты с непрерывно-рецидивирующими заболеваниями**. В урологии примером могут быть пациенты с непрерывно-рецидивирующей инфекцией нижних мочевых путей (хроническим циститом). Основной целью мониторинга в подобных случаях будет раннее выявление рецидива заболевания и проведение профилактических мероприятий для предотвращения обострений, уменьшения клинической симптоматики и лабораторных изменений. Таким образом достигается 1) **увеличение**

межрецидивного периода и 2) **уменьшение выраженности симптомов** при их возникновении.

III. Организация и технология проведения дистанционного мониторинга

Дистанционный мониторинг иногда представляется как непрерывное слежение за показателями состояния здоровья человека, осуществляемое 24/7 (24 часа, 7 дней в неделю), поэтому нередко возникает односторонний взгляд на ДМ как на технологию, схожую с прикроватным мониторингом в реанимации. Рисуется картина пациента, обвешанного датчиками, с которых в онлайн режиме считывается информация, передается по интернету в центр мониторинга, отображается на мониторах врачей в виде непрерывно текущего графика, а за мониторами сидят врачи и непрерывно следят за изменением показателей. И как только возникают отклонения от нормы, медицинский персонал экстренно реагирует на события. Несомненно, такой сценарий тоже возможен, но в реальной клинической практике он малореализуем, а в большинстве случаев и не нужен.

Из нашего опыта можно выделить следующие **формы проведения технологии дистанционного мониторинга**.

1. Встраивание дистанционного мониторинга в существующую клиническую практику амбулаторного приема. Пациент приходит на прием к врачу, который выставляет показания для ДМ, пациент получает приборы и инструкции для осуществления ДМ, в домашних условиях на протяжении установленного врачом времени осуществляет предписанные ему процедуры – измеряет артериальное давление (АД), выполняет общий анализ мочи (ОАМ) и т.д. Полученные данные накапливаются либо на приборе, либо сразу же или по расписанию передаются в информационную систему и аккумулируются там. В ходе такого ДМ у пациента могут возникать технические и/или организационные вопросы, которые удобнее всего решаются с помощью телефонной связи с администратором клиники или уполномоченным сотрудником (как правило, это не врач, так как ресурс врача очень дорогой). После выполненного исследования пациент приходит на

прием, и врач на приеме при пациенте в течение выделенного для этого времени изучает полученные результаты ДМ, обсуждает их с пациентом, делает выводы, устанавливает диагноз и назначает лечение. Для этого врач использует информационную систему, в которой отображаются эти данные, или использует специализированное программное обеспечение (ПО) для оценки данных мониторинга. Врач может рекомендовать пациенту продолжить ДМ с очередным визитом в клинику и последующим изучением результатов. На сегодняшний день это наиболее распространенный формат проведения ДМ, он уже 1) зарекомендовал себя в клинической практике (холтеровское мониторирование, СМАД, контроль уровня глюкозы и т.д.), 2) хорошо встраивается в бизнес-процессы лечебных учреждений (ЛПУ), не требует дополнительных организационных изменений в клинике, 3) имеет понятный источник финансирования, 4) не требует от врача дополнительного времени и усилий, кроме обучения технологиям для его осуществления.

2. Дистанционное врачебное сопровождение пациента. Форма ДМ, которая включает в себя все то, что содержится в 1-й форме и дополняется регулярным изучением врачом полученной информации *без визита пациента в клинику*. Эта форма является переходной и наиболее ожидаемой формой непрерывного ДМ, требующей, однако, дополнительных организационных преобразований существующих в клинике бизнес-процессов, выделения дополнительного врачебного времени на изучение информации, полученной в ходе ДМ. Такой подход требует следующих шагов:

- *Определение регулярности и методологии изучения врачом результатов мониторинга.* На сегодняшний день, к сожалению, эти вопросы остаются открытыми, нет научно доказанных правил оценки данных, устоявшихся и регламентированных законом. Также до конца не ясен объем времени, необходимый врачу для освоения методики ДМ, оптимальное количество одновременно мониторируемых пациентов.

- *Определение условий реагирования врача на возникающие изменения мониторируемых показателей.* Врач должен понимать, при каких изменениях и как именно он должен реагировать. Этот вопрос находится на изучении и находится в зависимости от конкретной клинической ►►

ситуации, скорее всего, единых подходов для всех нозологий выработать и не удастся.

- *Формирование канала коммуникации с пациентом* – ТМ консультации, телефонный звонок и другие.

- *Предоставление пациенту возможности реагировать на те или иные изменения*, возникающие в ходе мониторинга. Пациент должен иметь возможность сам инициировать связь с врачом, например, запросить телемедицинскую консультацию (ТМК) в случае возникновения событий, которые, по мнению пациента или рекомендациям врачей, могут возникнуть.

- *Оформление регулярного изучения данных* – формирование заключения врачом по результатам ДМ.

3. Создание службы ДМ. По мере развития технологий ДМ, формирования методологии, обеспечения объема задач и количества пациентов, понятной, устойчивой и эффективной системы финансирования, вероятно станет необходимым выделение отдельной службы при ЛПУ, которая будет специализироваться на ДМ. Такая служба должна содержать штатное расписание не только врачей, но и технических специалистов, сотрудников call-центра. Вероятнее всего, такой подход может быть реализован на базе крупных ФГБУ и крупных коммерческих центров, в которых ДМ будет клинико-экономически эффективен. Большого опыта в создании таких центров пока нет, но вероятнее всего, эта служба будет объединением ныне существующих служб функциональной диагностики и неотложной МП. Показанием и назначением ДМ будут заниматься врачи-клиницисты, а сопровождением – специализированная служба со своим внутренним штатом и привлечением в ряде случаев других структурных подразделений ЛПУ. Важным организационным моментом станет преемственность между службами.

Вероятнее всего, каждая из этих форм будет иметь свою нишу, и формы не будут взаимоисключающими.

IV. Возможности дистанционного мониторинга

Как было отмечено ранее, основное преимущество и особенность ДМ, по мнению автора, лежит в **сфере решения клинических задач.**

Исходя из собственного опыта автора, можно выделить следующие особенности ДМ:

1. Увеличение приверженности к терапии. Одно из заблуждений клиницистов заключается в том, что единожды сделанные ими назначения на приеме пациент будет строго и последовательно выполнять в указанные сроки. На самом деле 50% пациентов не выполняют в полном объеме назначения [16]. У врача нет инструментов, которые помогли бы отследить выполнение рекомендаций пациентами. Даже если на последующем приеме пациент подтверждает факт выполнения назначений, это еще не значит, что он не ошибается, не заблуждается и не вводит намеренно врача в заблуждение.

ДМ позволяет: 1) врачу отслеживать физиологические показатели здоровья при использовании соответствующих технологических решений, 2) пациент понимает, что у врача имеется информация о состоянии его здоровья, что подталкивает его быть более ответственным при выполнении назначений, 3) пациент сам видит результаты терапии, и, если он достигает целевых показателей, то, как правило, стремится продолжить терапию, 4) у пациента есть обратная связь, и он понимает эффективность назначенного лечения, и это в части случаев мотивирует его продолжать лечение.

По нашим данным, основанным на 1,5-годовом мониторинге пациентов, находящихся на метафилактике МКБ, ДМ в 7 раз увеличивает приверженность к терапии, в сравнении с группой, не находящейся на ДМ. Стоит ожидать похожих результатов и при других заболеваниях.

2. Сочетание дистанционного мониторинга с регулярными телемедицинскими консультациями «врач-пациент» увеличивает приверженность терапии в сравнении с обычным ДМ без ТМК. У пациента, остающегося наедине с прибором, со временем теряется мотивация к проведению терапии и ДМ. Понимание пациента, что он не один и в любой момент при отклонении показателей может получить медицинскую помощь, повышает приверженность терапии. С другой стороны, врач во время ТМК может и должен обратить внимание пациента на результаты ДМ, что способствует повышению приверженности.

3. Регулярный дистанционный мониторинг позволяет выявлять скрытые отклонения от нормы. В силу того, что измерения выполняются чаще, делаются регулярно, можно увидеть ранее незамеченные изменения в организме – например, скрытые формы аритмии, апноэ сна, ночные формы гипертонии, ноктурию и другие состояния.

4. Выявление отклонений от нормы на ранних стадиях их развития. Особенно это характерно для пациентов с непрерывно-рецидивирующими заболеваниями. Например, на этом основана профилактика рецидивов инфекций нижних мочевых путей (ИНМП): до появления выраженной симптоматики – болезненного и учащенного мочеиспускания – в анализах мочи, выполненных в домашних условиях, можно обнаружить первые лабораторные отклонения от нормы – повышение рН, появление лейкоцитарной эстеразы, нитритов. Таким образом появляется *терапевтическое окно возможностей неантибактериальной терапии* ИНМП (использование арбутина, Д-маннозы, проантоцианидинов, аскорбиновой кислоты против антибиотиков). Это совершенно новый подход лечения непрерывно-рецидивирующих заболеваний, недоступный ранее. По мере появления аппаратно-программных продуктов и расширения нозологий, вероятнее всего, в ближайшее время мы увидим много других примеров решения ранее неразрешимых клинических проблем.

5. Профилактика заболеваний и развития осложнений. Благодаря выявлению отклонений от нормы на ранних стадиях, можно своевременно реагировать на них. ДМ у здоровых людей может поощрять к ведению здорового образа жизни за счет увеличения приверженности. Обмен информацией о приверженности здоровому образу жизни (бег, шаги, физическая активность) с использованием социальных сетей (например, Strava), способствует соревновательности среди тех, кто придерживается здорового образа жизни (ЗОЖ).

6. Предсказание эффективности терапии. При проведении ДМ объективизируется информация для достижения целевых показателей. При правильном выборе целевых показателей их достижение или недостижение будет критерием прогноза

эффективности проводимой терапии. В нашем исследовании пациенты, которые не достигали ЦП по плотности мочи, имели худшие клинические результаты метафилактики МКБ. Как правило, в ближайшее время видно, что пациент не достигает ЦП, поэтому продолжать ДМ не имеет смысла и лучше всего внести корректировки в лечение.

7. ДМ дает возможность подбора индивидуальной или таргетной терапии. Получая информацию и изучая ее, у врача появляется возможность подобрать такую терапию, которая будет приводить к целевым показателям. Это достигается путем подбора препарата, кратности приема, дозы, своевременного назначения и прекращения приема и т.д.

8. Информация из разных источников о состоянии здоровья и окружающей среды взаимобогащается. Получение информации о биологических маркерах и физиологических и патологических процессах, совмещенная с другой информацией, позволяет выявить корреляции, связи и воздействовать на них – этот метод можно назвать *фьюжн мониторингом*. Так, например, недостижение целевых показателей по плотности мочи при МКБ коррелирует с температурой и влажностью окружающей среды. Многим пациентам с МКБ, которым рекомендовано принимать жидкость в объеме 1,5–2 л, при температуре окружающей среды выше 26° С, не удается достичь плотности мочи равной 1,010–1,015. Это связано с тем, что пациенты теряют часть жидкости с потом и дыханием, и концентрация мочи возрастает, что может приводить к рецидиву МКБ. Зная эту информацию, очевидно, можно рекомендовать пациенту либо снижать температуру окружающей среды, либо увеличивать потребление воды. На этом принципе основывается, так называемый, *фьюжн мониторинг*.

9. Получение новой информации о состоянии организма. ДМ позволяет получать большой объем объективной информации о биологических маркерах, физиологическом состоянии организма, которые можно отслеживать в конкретном промежутке времени (в течение дня, месяца, года). Такой подход дает новые научные знания о состоянии организма, которые не были ранее изучены в силу большого объема информации и количества пациентов. ►

V. Ограничения дистанционного мониторинга

Несмотря на то, что ДМ несет много положительных моментов для решения клинических задач, у него имеются неочевидные ограничения, которые выявляются лишь при практической реализации (рис. 2). Ниже перечислим неисчерпывающий список ограничений, с которыми столкнулся автор при проведении клинических исследований и практической реализации мониторинга.

1. Дистанционный мониторинг увеличивает нагрузку на врачей. В случае, когда ДМ сопровождается необходимостью отслеживать полученные данные врачом или службой ДМ и реагировать на события, нагрузка на врача и медицинский персонал увеличивается. Требуется дополнительное время и ресурсы на выдачу приборов, подключение к информационной системе, обучение пациентов, решение текущих технических и организационных вопросов, с которыми сталкивается пациент в ходе ДМ.

2. Дистанционный мониторинг может формировать тревожность у пациентов. Формирование тревожности связано с 3 причинами:

1). *Недостижение целевых показателей.* Пациенты, несмотря ни на какие усилия врача и себя лично, могут не достичь целевых показателей (ЦП). При этом измерения и получение информации об этих показателях тревожат пациента и врача. Часто такая ситуация связана

а) с неправильно выбранными ЦП

б) неблагоприятным течением заболевания.

Например, в рекомендациях Европейской Ассоциации Урологов для пациентов с МКБ есть пункт о поддержании плотности мочи на уровне 1,010. В реальной практике пациенту очень сложно достичь таких показателей – надо выпивать от 3 л жидкости и более. Если пациенты делают анализ мочи и плотность превышает этот показатель, то и врач, и пациент испытывают беспокойство по этому поводу, у ряда пациентов это приводит к отказу от ДМ и проводимой терапии. Вероятнее всего, этот пример указывает на неправильно выбранные ЦП и, если изменить его до 1,015, можно тем самым устранить тревожность и повысить приверженность терапии. Примером недостижения целевых показателей может служить ДМ нормального анализа мочи у пациентов с цистостомой. Это

связано с тем, что наличие дренажа в мочевых путях приводит к постоянному присутствию инфекции и воспалительному процессу. Таким пациентам приходится мириться с особенностями стомирования, назначение им ДМ мочи может приводить к формированию тревожности.

2) *Ложное срабатывание ДМ.* Приходится сталкиваться с ситуацией, когда новые портативные решения имеют погрешности, приводящие к ложным результатам. Например, использование манжетного тонометра, который измеряет АД на запястье, не всегда показывает точные цифры и может давать отклонения как в сторону повышения, так и понижения АД. Поэтому не рекомендуется использование запястного манжетного тонометра для мониторинга АД. Другим примером непроверенного прибора, может служить браслет, измеряющий АД по пульсовой волне, который тоже характеризуется очень неточным расчетным показателем с высокой погрешностью и который тоже нельзя рекомендовать для ДМ.

В нашей научной работе по дистанционному мониторингу пациентов детей с заболеваниями аутистического спектра и вероятностью развития эпилепсии мы столкнулись с технологией предсказания эпилепсии с использованием носимого браслета, регистрирующего повышение частоты пульса, уменьшение вариабельности сердечного ритма, повышение влажности кожных покровов и паттернов движения руки [17]. При анализе выяснилось, что такой подход дает ложные срабатывания (ложные предсказания) чаще, чем истинные. Такие срабатывания формируют тревожность у пациентов, поэтому технология не может быть рекомендована как технология предсказания возникновения эпилепсии. По мнению автора, формирование тревожности – одна из самых серьезных причин ограничения ДМ.

В своей практике мы руководствуемся следующим принципом: мониторируем у пациента только те показатели, на которые мы знаем, как будем реагировать.

3) *У ряда пациентов, страдающих мнительностью, ипохондрией,* инструменты, которые позволяют объективизировать показатели здоровья, могут приводить к акцентуации на малейшие отклонения от нормы. Такие пациенты, как правило, являются высоко приверженными к ДМ, но при этом не удается достичь общих клинических результатов, объединяющих в себе не только достижение

ЦП, но и улучшение общего состояния пациентов и их удовлетворенности. Таким пациентам лучше ограничивать назначение ДМ, особенно на этапе становления технологии в клинике.

3. Опасения пациента, что за ним наблюдают. В некоторых случаях знание пациента, что за его данными наблюдает врач, положительно сказывается на приверженности терапии и достижения ЦП. Это характерно для высокомотивированных и исполнительных пациентов, желающих достичь изменения показателей своего здоровья, которые в итоге и достигают ЦП.

Идеализация представления, что пациент строго следует рекомендациям врача и мотивирован, связана с тем, что мы в рутинной практике не имеем достоверной информации о поведении пациента вне клиники. ДМ показывает, что порой даже высокомотивированные пациенты могут отклоняться на короткие промежутки времени от рекомендаций врача. Например, пациенты с АД и сахарным диабетом могут нарушать диету, принимать алкоголь и т.д. Пациент поступает так вполне осознанно, понимая, что это приведет к временным неблагоприятным последствиям. Но в силу ряда причин он идет на такие риски для своего здоровья. В тот промежуток времени, как правило, мы можем фиксировать отклонения от ЦП в ДМ, и это видит и знает не только врач, но и сам пациент. В такие промежутки времени пациенты прекращают ДМ, чтобы скрыть от себя и от врача такое поведение.

Мотивированных пациентов это не приводит к долговременному отказу от ДМ на длительном промежутке времени, но у пациентов, которые регулярно нарушают рекомендации врача, это может приводить к отказу от ДМ.

В своей практике автор неоднократно сталкивался с этим явлением, и для нивелирования предлагает не строго требовать следования дистанционному мониторингу и/или выстраивать с пациентом доверительные взаимоотношения, избегая осуждения поведения пациента.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Технологии ДМ являются новым этапом развития ТМТ, и, как любая технология, он имеет свои положительные и отрицательные стороны, проходит в своем развитии ряд этапов, находя свои показания и противопоказания. В данной статье мы сконцентрировались в первую очередь на клинических аспектах ДМ, за кадром остались многие технические и организационные вопросы, требующие отдельного обсуждения.

2. По мере развития и становления ДМ знания о нем будут расширяться и дополняться.

3. На первых этапах дистанционный мониторинг можно выделить как отдельную технологию, но, скорее всего, со временем эта технология будет распадаться на отдельные клинические направления, детализироваться, входить в повседневную практику врачей, становясь неотъемлемой ее частью, в которой сложно будет узнать отдельную технологию. Так произошло с измерением уровня глюкозы крови – из особой лабораторной методики оно стало частью клинической практики ведения пациентов с СД, находящихся на инсулинотерапии.

4. На этапе становления акцент на особый статус технологии, например создание пилотного проекта МЗ РФ «ПМП», является хорошим инструментом для стимулирования и развития ДМ как особого направления. ▄

ЛИТЕРАТУРА

1. Шадеркин И.А. Барьеры телемедицины и пути их преодоления. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2022;8(2):59–76. [I.A. Shaderkin. Telemedicine barriers and ways to overcome them. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravooohraneniya = Journal of telemedicine and e-Health* 2022;8(2):59–76. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-2-59-76>.
2. Шадеркин И.А. Уровни зрелости телемедицины. *Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2021;7(4):63–68. [I.A. Shaderkin. Telemedicine maturity levels. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravooohraneniya = Journal of telemedicine and e-Health* 2021;7(4):63–68. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2021-7-4-63-68>.
3. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Фомина И.В., Лисенко А.А., Рябков И.В., Качковский С.В., Мелаев Д.В. Интернет медицинских вещей: первые шаги по систематизации. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2017;3(5):128–136. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Fomina I.V., Lisnenko A.A., Ryabkov I.V., Kachkovsky S.V., Melaev D.V. Internet of medical things: first steps in systematization. *Rossiiskij zhurnal telemeditsiny i elektronnoho*

- zdravooohraneniya = Journal of telemedicine and e-Health* 2017(5):128–136. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2017-3-3-128-136>.
4. Кабмин запустит до 2024 года проект по удаленному мониторингу здоровья для пациентов. [Электронный ресурс]. [The Cabinet of Ministers will launch a project on remote health monitoring for patients by 2024. [Electronic resource] (in Russian)]. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12602803?ysclid=lb3c2kje4v888797494>.
5. Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Амбулаторный урофлоуметрический мониторинг: рекомендации по внедрению в клиническую практику. *Урологические ведомости* 2022;12(3):203–210. [Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Ambulatory uroflowmetric monitoring: recommendations for implementation in clinical practice. *Urologicheskie vedomosti = Urology reports* 2022;12(3):203–210. (in Russian)]. <https://doi.org/10.17816/uroved110873>.
6. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Газимиев М.А., Руденко В.И., Дьяконов И.В., Алфимов А.Е. и др. Методология дистанционного мониторинга пациентов с мочекаменной болезнью: разработка и первичная апробация. *Урология* 2021;5):26–34. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Gazimiev M.A.,

ЛИТЕРАТУРА

- Rudenko V.I., Dyakonov I.V., Alfimov A.E., et al. The methodology of remote monitoring of patients with urinary stone disease: development and primary approbation. *Urologiya = Urology* 2021;(5):26-34. (in Russian). <https://dx.doi.org/10.18565/urology.2021.5.26-34>.
7. Шадеркин И.А., Лебедев Г.С., Шадеркина В.А., Монаков Д.М., Спивак Л.Г., Гаджиева З.К. и др. Амбулаторный уродинамический мониторинг пациентов с ДГПЖ: мировой и российский опыт. *Урология* 2021;(6):152-159. [Shaderkin I.A., Lebedev G.S., Shaderkina V.A., Monakov D.M., Spivak L.G., Gadzhieva Z.K., et al. Outpatient urodynamic monitoring in patients with BPH: world and russian experience. *Urologiya = Urology* 2021;(6):152-159. (in Russian)]. <https://dx.doi.org/10.18565/urology.2021.6.152-159>.
8. Монаков Д.М., Шадеркина А.И., Шадеркин И.А. Мониторинг наполнения мочевого пузыря у пациентов с нейрогенными нарушениями мочеиспускания: роль носимых аппаратно-программных комплексов обзор литературы. *Экспериментальная и клиническая урология* 2021;14(2):124-131. [D.M. Monakov, A.I. Shaderkina, I.A. Shaderkin. Monitoring bladder filling in patients with neurogenic urination disorders: the role of wearable hardware and software systems. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya = Experimental and clinical urology* 2021;14(2):124-131. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2021-14-2-124-131>.
9. Просянников М.Ю., Константинова О.В., Шадеркин И.А., Анохин Н.В., Войтко Д.А., Сивков А.В. и др. Способ дистанционного мониторинга рН мочи у больных мочекаменной болезнью. Патент на изобретение RU 2716426 G2, 11.03.2020. Заявка № 2019110208 от 05.04.2019. [Prosyannikov M.Yu., Konstantinova O.V., Shaderkin I.A., Anokhin N.V., Voytko D.A., Sivkov A.V., et al. Method of remote monitoring of urine pH in patients with uric acid urolithiasis. Patent for the invention RU 2716426 G2, 03.11.2020. Application No. 2019110208 dated 05.04.2019. (in Russian)].
10. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Порубаева Э.Э., Шадеркина А.И. Технологии продолжительного мониторинга артериального давления: перспективы практического применения. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2020;6(1):3-20. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Porubaeva E.E., Shaderkina A.I. Practical application of continuous blood pressure monitoring technologies. *Zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravoohraneniya = Journal of telemedicine and e-Health* 2020;6(1):3-20. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-1>.
11. Лебедев Г.С., Нагорняк А.В., Шадеркин И.А., Шадеркина А.И. Прогнозирование и дистанционный мониторинг эпилептических припадков на основе изменений вегетативной регуляции и двигательной активности. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2020;6(2):10-16. [Lebedev G.S., Nagorniyak A.V., Shaderkin I.A., Shaderkina A.I. Prediction and remote monitoring of epileptic seizures based on changes in autonomic regulation and motor activity. *Zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravoohraneniya = Journal of Telemedicine and E-Health* 2020;6(2):10-16. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-2-10-16>.
12. Шадеркин И.А., Шадеркина В.А. Удаленный мониторинг здоровья: мотивация пациентов. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2020;6(3):36-43. [Shaderkin I.A., Shaderkina V.A. Remote health monitoring: motivating patients. *Zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravoohraneniya = Journal of Telemedicine and E-Health* 2020;(3):37-43. (in Russian)]. <https://doi.org/10.29188/2542-2413-2020-6-3-37-43>.

13. Просянников М.Ю., Шадеркин И.А., Константинова О.В., Анохин Н.В., Войтко Д.А., Никушина А.А. Дистанционный мониторинг показателей общего анализа мочи при лечении цитратными смесями пациентов с мочекаменной болезнью: разработка и первичная апробация. *Урология* 2019;(3):60-65. [Prosiannikov M.Yu., Shaderkin I.A., Konstantinova O.V., Anokhin N.V., Voytko D.A., Nikushina A.A. Remote monitoring of urinalysis parameters during treatment of patients with uric acid stones by citrate-containing compounds. *Urologiya = Urology* 2019;(3):60-65. (in Russian)]. <https://dx.doi.org/10.18565/urology.2019.3.60-65>.
14. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Газимиев М.А., Руденко В.И., Дьяконов И.В., Алфимов А.Е., Владзимирский А.В., Газимиев А.М. Методология дистанционного мониторинга пациентов с мочекаменной болезнью: разработка и первичная апробация. *Урология* 2021;(5):26-34. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Gazimiev M.A., Rudenko V.I., Dyakonov I.V., Alfimov A.E. The methodology of remote monitoring of patients with urinary stone disease: development and primary approbation. *Urologiya = Urology* 2019;(3):60-65. (in Russian)]. <https://dx.doi.org/10.18565/urology.2021.5.26-34>.
15. Лебедев Г.С., Шадеркин И.А., Фомина И.В., Лисненко А.А., Рябов И.В., Качковский С.В. и др. Интернет медицинских вещей: первые шаги по систематизации. *Журнал телемедицины и электронного здравоохранения* 2017;3(5):128-136. [Lebedev G.S., Shaderkin I.A., Fomina I.V., Lisnenko A.A., Ryabkov I.V., Kachkovskiy S.V., et al. Internet of medical things: first steps in systematization. *Zhurnal telemeditsiny i elektronnoho zdravoohraneniya = Journal of Telemedicine and E-Health* 2017;3(5):128-136. (in Russian)]. <https://dx.doi.org/10.29188/2542-2413-2017-3-3-128-136>.
16. Лукина Ю.В., Кутишенко Н.П., Марцевич С.Ю., Шепель Р.Н., Драпкина О.М. Методические рекомендации. Приверженность к лекарственной терапии у больных хроническими неинфекционными заболеваниями. Решение проблемы в ряде клинических ситуаций. Консенсус экспертов Национального общества доказательной фармакотерапии и Российского общества профилактики неинфекционных заболеваний. *Профилактическая медицина* 2020;23(3) (Приложение). [Lukina Yu.V., Kutishenko N.P., Martsevich S.Yu., Shepel R.N., Drapkina O.M. Methodological recommendations. Adherence to drug therapy in patients with chronic non-communicable diseases. Solving the problem in a number of clinical situations. Consensus of experts of the National Society of Evidence-based Pharmacotherapy and the Russian Society for the Prevention of Noncommunicable Diseases. *Profilakticheskaya medicina = Preventive Medicine* 2020;23(3) (Appendix). (in Russian)].
17. Лебедев Г.С., Клименко Г.С., Жовнерчук Е.В., Шадеркин И.А., Кожин П.Б., Галицкая Д.А. Построение телемедицинской системы мониторинга состояния здоровья и поддержки социальной адаптации детей с расстройствами аутистического спектра. *Современные наукоемкие технологии* 2018;12(2):295-302. [Lebedev G.S., Klimenko G.S., Zhovnerchuk E.V., Shaderkin I.A., Kozhin P.B., Galitskaya D.A. Building a telemedicine system for monitoring the health status and supporting the social adaptation of children with autism spectrum disorders. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii = Modern high technologies* 2018;12(2):295-302. (in Russian)]. <https://doi.org/10.17513/snt.37336>.

Сведения об авторе:

Шадеркин И.А. – к.м.н., заведующий лабораторией электронного здравоохранения Института цифровой медицины Первого Московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова; Москва, Россия; info@uroweb.ru; PИHЦ Author ID 695560

Вклад автора:

Шадеркин И.А. – определение научного интереса, литературный обзор, написание текста, 100%

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Статья поступила: 11.08.22

Результат рецензирования: 17.08.22

Поступление после коррекции: 25.08.22

Принята к публикации: 26.08.22

Information about author:

Shaderkin I.A. – MD, PhD, Head of the Laboratory of Electronic Health, Institute of Digital Medicine, Sechenov University; Moscow, Russia; info@uroweb.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8669-2674>

Author contribution:

Shaderkin I.A. – definition of scientific interest, literature review, text writing, 100%

Conflict of interest: The author declare no conflict of interest.

Financing: The study was performed without external funding.

Received: 11.08.22

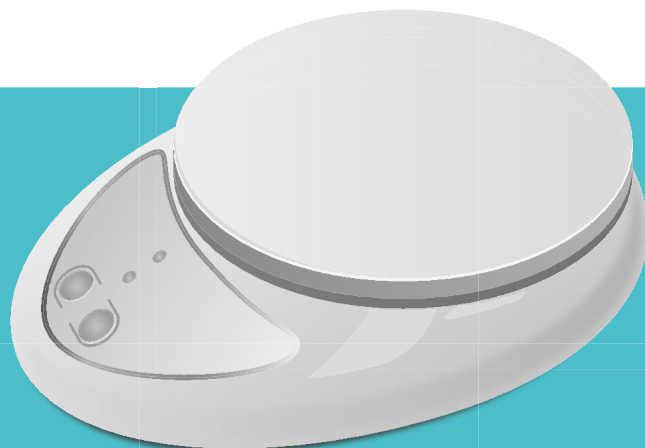
Review result: 17.08.22

Progress after correction: 25.08.22

Accepted for publication: 26.08.22

ПОРТАТИВНЫЙ УРОФЛОУМЕТР «ФЛОУСЕЛФИ»

- › Портативный урофлоуметр для использования в амбулаторных и домашних условиях
- › Возможность суточного мониторинга нарушений мочеиспускания
- › Автоматическое построение дневника мочеиспускания
- › Возможность использования в режиме взвешивания



Описание

- Соответствует лабораторному оборудованию
- Результат – моментально
- В памяти прибора можно хранить 50 урофлоуграмм – 128 кБ
- Результаты легко отправить врачу через любой мессенджер, электронную почту, сохранить в формате pdf, распечатать
- Компактен, весит 160 г, легко взять в дорогу
- Количество процедур не ограничено
- Можно применять как в лечебном учреждении, так и в домашних условиях

Исследуемые параметры

1. Регистрирует дату и время начала проведения анализа.
2. Вычисляет время от начала обследования до начала мочеиспускания (время отсрочки) (в сек).
3. Вычисляет и отображает среднюю скорость мочеиспускания (в мл/с).
4. Вычисляет максимальную скорость за время мочеиспускания (в мл/с).
5. Вычисляет общий объем мочи (в мл).
6. Вычисляет общую продолжительность мочеиспускания (в сек).
7. Вычисляет общее время от начала старта мочеиспускания до выключения кнопки «СТОП».
8. Вычисляет и выводит данные в виде урофлоуграммы.
9. Сохраняет и хронологически нумерует серию урофлоуграмм в памяти мобильного устройства за период обследования.

Скачайте приложение
для Android или IOS



ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

ПАКЕТ МАТЕРИАЛОВ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В РЕДАКЦИЮ

- Пакет материалов, направляемых в редакцию, должен содержать
- Официальное направление учреждения, в котором проведена работа.
 - Текст статьи

НАПРАВЛЕНИЕ УЧРЕЖДЕНИЯ

1. Документ составляется по утвержденной форме учреждения, направляющего статью.
2. Направление должно подтверждать факт того, что:
 - статья ранее не была нигде опубликована, а также не подавалась на рассмотрение в другие издания,
 - статья не содержит сведения, попадающие под действие Перечня сведений, составляющих государственную тайну,
 - статья может быть опубликована по решению Экспертного Совета учреждения, направляющего статью
3. Направление должно быть заверено визой и подписью руководителя учреждения, печатью учреждения.
4. На последней странице направления должны стоять подписи всех авторов.

ТЕКСТ СТАТЬИ

Текст статьи должен быть напечатан стандартным шрифтом Times Roman 12 через 1,5 интервала на одной стороне бумаги А4 с полями в 2,5 см по обе стороны текста. Рукопись статьи должна иметь:

1. **Титульный лист**
2. **Резюме**
 - на русском языке (объемом 1800 знаков, включая пробелы)
 - на английском языке (профессиональный перевод)
3. **Ключевые слова**
 - на русском языке
 - на английском языке
4. **Текст статьи**

Объем оригинальной статьи не должен превышать 8-10 машинописных страниц, объем клинических наблюдений – 3-4-х страниц. Объем лекций и обзоров не должен превышать 15-20 страниц.

Текст должен быть разделен на блоки:

- Введение
 - Материал и методы
 - Результаты
 - Обсуждение
 - Заключение/Выводы
5. **Таблицы**
Название таблицы на русском и английском языках. Дублирование содержания таблиц на английский язык.
 6. **Рисунки**
Название на русском и английском языках.
 7. **Библиография**
 - не менее 10 источников для клинических случаев
 - не менее 20 наименований для оригинальной статьи
 - не более 70 – для литобзора.
 8. **Страницы статьи должны быть пронумерованы.**

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ СТАТЬИ

Титульный лист должен содержать:

1. Название статьи
 - на русском языке
 - на английском языке
2. Фамилии, инициалы, место работы всех авторов
 - на русском языке
 - на английском языке
3. Полное (без сокращений) наименование учреждения, в котором выполнялась работа с почтовым адресом и индексом
 - на русском языке
 - на английском языке
4. Ответственный за контакты с редакцией – фамилия, имя, отчество, номер телефона и e-mail.
 - на русском языке
 - на английском языке

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЬИ

Сведения об авторах должны быть оформлены на русском и английском языках в следующем формате:

1. Фамилия, имя, отчество – должность, место работы, электронная почта, ID РИНЦ (в русском варианте) и ID ORCID (в английском варианте).
2. Должен быть указан вклад каждого автора в написание статьи с указанием в текстовом варианте и процентном соотношении на русском и английском языках в следующем формате:
3. Конфликт интересов. В статье должна содержаться полная информация о конфликте интересов для тех авторов, у которых подобный конфликт имеется.
4. Финансирование.

СТРУКТУРА ОРИГИНАЛЬНЫХ СТАТЕЙ

Введение. В нем формулируется цель и задачи исследования, кратко сообщается о состоянии вопроса со ссылками на наиболее значимые публикации.

Материалы и методы. Приводятся характеристики материалов и методов исследования.

Результаты. Результаты следует представлять в логической последовательности в тексте, таблицах и рисунках. В рисунках не следует дублировать данные, приведенные в таблицах. Рисунки и фотографии рекомендуется представлять в цветном изображении. Фотографии представлять в формате .jpg с разрешением 600 dpi. Материал должен быть подвергнут статистической обработке. Подписи к иллюстрациям печатаются на той же странице через 1,5 интервала с нумерацией арабскими цифрами соответственно номерам рисунков. Подпись к каждому рисунку состоит из названия и объяснений. В подписях к микрофотографиям необходимо указать степень увеличения. Величины измерений должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

Таблицы. Каждая таблица печатается на отдельной странице через 1,5 интервала и должна иметь название и порядковый номер, соответствующий упоминанию в тексте. Каждый столбец в таблице должен иметь краткий заголовок.

Обсуждение. Надо выделять новые и важные аспекты исследования и по возможности сопоставлять их с данными других авторов.

Заключение. Должно отражать основное содержание и выводы работы.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ССЫЛОК (ВАНКУВЕРСКИЙ СТИЛЬ)

Основные требования к оформлению списка литературы:

1. Литература приводится в порядке цитирования.
2. Все источники должны быть пронумерованы, нумерация осуществляется строго по мере цитирования в тексте статьи, но не в алфавитном порядке. Все ссылки на литературные источники в тексте статьи печатаются арабскими цифрами в квадратных скобках. Если источников несколько, то они перечисляются в порядке возрастания через запятую без пробелов.
3. Текст статьи не должен содержать ссылок на источники, не включенные в пристатейный список.
4. Количество цитируемых работ: в оригинальных статьях желательно не более 25-30 источников, в обзорах литературы – не более 70.
5. В ссылки на Интернет необходимо включать всю информацию, как и в печатные ссылки, т.е. фамилии авторов, название адрес ссылки и т.д.

Примеры оформления:

Ссылки на журнальную статью

- Название русскоязычных журналов следует давать полностью. Сокращать название журналов можно только в том случае, если их краткая форма представлена в PubMed или Index Medicus.
- Названия журналов в Списке литературы следует выделять курсивом.
- Название журнала год,том(номер):страницы
- Если статья содержит 6 или менее авторов, то в ссылке они должны быть перечислены все.

Ссылки авторефераты и диссертации

Внимание! Не принимаются литературные ссылки на авторефераты диссертаций, диссертации, материалы конференций и симпозиумов

References

В References русскоязычные источники оформляются в следующем порядке: фамилии авторов (авторский транслит), название статьи (транслит), название статьи (английский перевод, дается в квадратных скобках), названия журнала (транслит), издательство (транслит). После выходных данных, которые даются в цифровом формате, обязательно указывается язык источника (in Russian). Название журнала выделяется курсивом.

Для удобства транслитерации возможно использование онлайн-сервисов. Например <http://translate.meta.ua/translit/>

ИНДЕКС DOI

По требованию международных баз данных в конце литературной ссылки англоязычной и русскоязычной (где имеется) необходимо проставлять цифровой идентификатор объекта – индекс DOI. Поиск публикаций по номеру DOI осуществляется на сайтах International DOI Foundation (IDF) и CrossRef. Там же можно найти индекс DOI для цитируемой статьи.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА

1. Авторам необходимо руководствоваться правилами «Единые требования к рукописям, предоставляемым в биомедицинские журналы» (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals), разработанных Международным комитетом редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors).
2. Редакция оставляет за собой право редактирования материалов, представлять комментарии к публикуемым материалам, отказывать в публикации.
3. Если статья не принимается к печати, то рукопись не возвращается и автору отсылается аргументированный отказ.
4. Информация о соблюдении прав человека (информированное согласие пациентов на участие в исследовании) и лабораторных животных должна содержаться в тексте статьи.

Все материалы представляются на электронном носителе в редакторе Microsoft Word (не ниже 93-97 версии) и направляются на электронный адрес viktoriashade@gmail.com.

Аппаратно-программный
комплекс для цифровой
патоморфологии



roboscope.pro



jtelemed.ru

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ «УРОМЕДИА»