

Искусственный интеллект в медицине: от гибридных исследований и клинической валидации до разработки моделей применения

О.Б. Жуков^{1,2}, П.А. Щеплев^{1,3}, А.В. Игнатьев⁴

¹ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; Россия, 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6;

²Ассоциация сосудистых урологов и репродуктологов; Россия, 105187 Москва, ул. Мироновская, 18;

³Профессиональная ассоциация андрологов России; Россия, 119435 Москва, ул. Малая Пироговская, 1а;

⁴ГБУЗ «Городская клиническая больница № 13 Департамента здравоохранения г. Москвы»;

Россия, 115280 Москва, ул. Велозаводская, 1/1

Контакты: Олег Борисович Жуков ob.zhukov@yandex.ru

Для цитирования: Жуков О.Б., Щеплев П.А. Искусственный интеллект в медицине: от гибридных исследований и клинической валидации до разработки моделей применения. Андрология и генитальная хирургия 2019;20(3):00–00.

DOI: 10.17650/2070-9781-2019-20-2-00-00

Artificial intelligence in medicine: from hybrid studies and clinical validation to development of application models

O.B. Zhukov^{1,2}, P.A. Scheplev^{1,3}, A.V. Ignatiev⁴

¹RUDN University; 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow 117198, Russia;

²Association of Vascular Urologists and Reproductologists; 18 Mironovskaya St., Moscow 105187, Russia;

³Professional Association of Andrologists of Russia; 1a Malaya Pirogovskaya St., Moscow 119435, Russia;

⁴City Clinical Hospital No. 13, Moscow Healthcare Department; 1/1, Velozavodskaya St., Moscow 115280, Russia

For citation: Zhukov O.B., Scheplev P.A. Artificial intelligence in medicine: from hybrid studies and clinical validation to development of application models. Andrologiya i genital'naya khirurgiya = Andrology and Genital Surgery 2019;20(3):00–00.

Гибридные диагностические исследования — это визуализация анатомических структур на основе комбинации нескольких методов лучевой диагностики, включая исследования на клеточном и молекулярном уровнях. К гибридным исследованиям относятся комбинации позитронной эмиссионной томографии с компьютерной томографией (КТ), однофотонной эмиссионной компьютерной томографией, магнитно-резонансной томографией. Их применяют при диагностике широкого диапазона онкологических и неонкологических заболеваний, включая лимфому, рак легкого, меланому, рак предстательной железы, а также нейроэндокринные опухоли. Подобный тип исследований, также называемых виртуальной биопсией, позволяет оценить гетерогенность опухоли, определить ее строение и, соответственно, спрогнозировать ответ на лечение. Для развития и широкого внедрения этих методов было создано Европейское общество гибридной, молекулярной и трансляционной визуализации (European Society for Hybrid, Molecular and Translational Imaging).

Для интерпретации тканевых, функциональных и молекулярных биомаркеров опухолей Европейское общество гибридной, молекулярной и трансляционной

визуализации одним из первых стало использовать технологии искусственного интеллекта (ИИ) [1].

Появление ИИ и быстрый прогресс в его развитии, попытки использования ИИ в различных областях, в том числе в медицине, поставили перед обществом ряд юридических вопросов. В январе 2017 г. международная юридическая фирма Dentons по заказу фирмы Grishin Robotics (основатель Д.С. Гришин) разработала и представила концепцию первого в России законопроекта о робототехнике. В феврале 2017 г. председатель Государственной Думы Федерального Собрания РФ В.В. Володин заявил, что в течение 5 лет в России будут приняты законы о взаимоотношениях людей и роботов, регулирующие права и обязанности как роботов, так и их создателей [2].

В октябре 2017 г. было объявлено, что в России уже несколько рабочих групп работают над «расчисткой» в правовом поле пространства для развития цифровой экономики». Время покажет, насколько эффективными будут эти меры [3].

Сегодня ИИ — это автономный комплекс программных или программно-аппаратных средств (юнит) с человеко-компьютерным интерфейсом, представляющий собой виртуальную вычислительную систему или

киберфизическую систему, оснащенную средствами «технического» зрения (восприятия воздействий (сигналов) на сенсорные электронные аналоги органов чувств) и средствами непосредственного самостоятельного взаимодействия с физической реальностью (актуаторами) и с цифровой реальностью, обладающую программно-технически и математически эмулированными и обеспеченными способностями (возможностями) к биоподобным когнитивным и антропоморфно-интеллектуальным речемыслительным действиям (функциям), обучению и самообучению, самоорганизации и самотестированию, творческой (эвристической) деятельности, в том числе на основе накопленных и «исторических» данных и данных мониторинга [4].

В любом случае данный пласт научных разработок нельзя не принимать во внимание, особенно людям, занимающимся серьезными научными исследованиями в области медицины. Обработка ИИ больших потоков визуальных данных резко расширит возможности профилактики, диагностики и лечения множества заболеваний. Российским независимым врачебным ассоциациям, интеллектуальной медицинской общественности и национальным медицинским центрам целесообразно инициировать плотную интеграцию с юридическими структурами (возможно, с Российской государственной академией интеллектуальной собственности) для разработки общей информационной платформы и создания разрешительной базы совместно с производителями комплексов программно-аппаратных средств ИИ.

Многое из того, что еще вчера казалось фантастикой, сегодня становится реальностью. Так, в 2014 г. японская венчурная инвестиционная компания Deep Knowledge Ventures включила в свой совет директоров изготовленного на базе ИИ робота по имени VITAL



Применение виртуальной трехмерной реконструкции при эндоваскулярном лечении стеноза легочной артерии

Use of 3D virtual reconstruction in endovascular treatment of stenosis of the pulmonary artery

(Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences) [5], причем он имеет равный финансовый голос.

В Японии функционирует Комитет по политике в сфере робототехники, объединивший экспертов в данной области. В процессе деятельности комитета и разработки им отчетов были сформулированы основные задачи, обязанность совместно выполнить которые лежит на органах публичной власти и частных организациях. Среди этих задач — создание условий для развития рынка роботов нового поколения. Согласно исследованию, проведенному Ассоциацией специалистов по робототехнике Японии, рынок роботов нового поколения потенциально может вырасти с 3 трлн йен в 2010 г. до 8 трлн йен к 2025 г. Несмотря на то что ранее организацией технических исследований занимались исследовательские учреждения и учебные лаборатории, комитет считает, что направления будущих исследований должны определяться именно рыночными механизмами [6]. Такова действительность в стране с наиболее развитой робототехникой.

Международный опыт использования ИИ в медицине продемонстрирован на конгрессе Европейского общества радиологов (European Society of Radiology), прошедшем с 27 февраля по 3 марта 2019 г. в Вене (Австрия). В конгрессе приняли участие 30 269 делегатов, было проведено более 700 сессий, 4000 лекций, представлено более 3000 постерных докладов.

Пять дней конгресса позволили многое узнать о достижениях во всех областях радиологии, включая использование ИИ.

Целый павильон был отведен под выставку новых технологий ИИ. Продемонстрированы новые формы управления радиологической службой многопрофильной клиники, которые позволяют дистанционно контролировать процесс диагностического сканирования и получать подсказки от машины, касающиеся подозрений на различные патологии, а также представлять в трехмерном виртуальном пространстве строение области исследования.

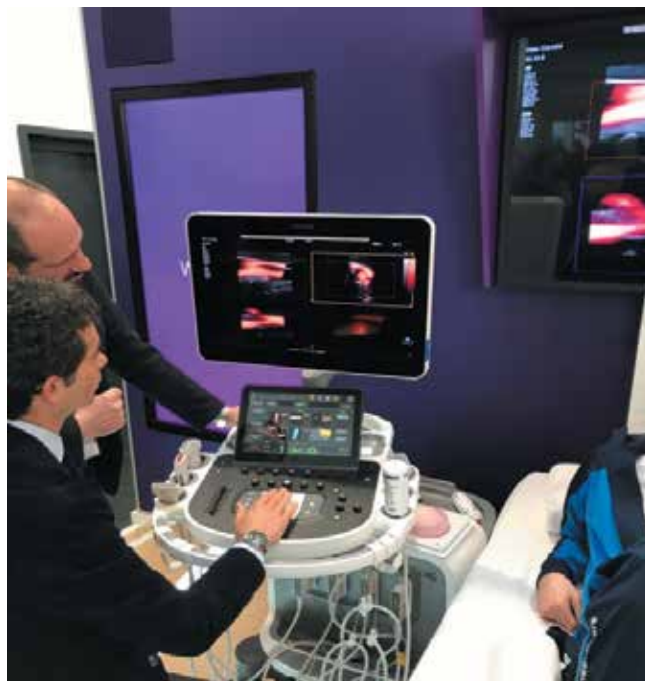


Образ искусственного интеллекта, разработанного компанией Deep Knowledge Ventures (Япония)

Image of artificial intelligence developed by the Deep Knowledge Ventures (Japan)



Трехмерная реконструкция строения забрюшинного пространства — вид в виртуальном шлеме
3D reconstruction of the retroperitoneal space — view in the virtual reality headset



Ультразвуковой аппарат Epiq Elite, оснащенный приложением Philips aBiometry Assist с «анатомическим интеллектом»
Ultrasound device Epiq Elite equipped with Philips aBiometry Assist application with “anatomical intelligence”

Среди других новинок конгресса выделяются технологические решения в области ультразвуковой диагностики, которыми порадовала своих клиентов компания Philips. Это аппараты Epiq Elite, оснащенные приложением Philips aBiometry Assist, использующим так называемый анатомический интеллект. Приложение автоматизирует проведение рутинных измерений, сокращая время обследования и позволяя врачам уделить больше внимания пациенту.

В области интервенционной радиологии были представлены роботизированные модели аппаратов для инвазивной диагностики и лечения под контролем ультразвуковой и КТ-навигации.

Разработка компании Interventional Systems с трехмерной визуализацией позволяет точно попасть в цель дистанционно, т. е. на расстоянии от пациента. iONE — роботизированная хирургическая платформа, которая обеспечивает точную навигацию с применением рентгеноскопии или КТ при минимально инвазивных процедурах. Она дает возможность оптимальным путем попасть в диагностическую цель в сложных анатомических структурах.

В 2019 г. запускаются новые приложения, одно из которых будет эксплуатироваться интервенционной радиологией [7].

Без применения ИИ необходимость осваивания большого объема новых знаний: облачных технологий, радиомики, PACS (Picture Archiving and Communication System, системы передачи и архивации DICOM-изо-

бражений) и методики сложных динамических исследований, особенно при раке предстательной железы, молочной железы, новых алгоритмов диагностики онкологических заболеваний легких с использованием нескольких сканеров и технологий (КТ, магнитно-резонансной, позитронной эмиссионной томографии, акустического импульсно-волнового ультразвукового исследования (acoustic radiation force imaging), а также практика «второго мнения» — способствуют профессиональному «выгоранию» наиболее способных и ответственных врачей, пытающихся усвоить этот пласт диагностической информации. В практическом здравоохранении подобный феномен наблюдается среди многих врачей лучевой диагностики, которые осваивают несколько специальностей: ультразвуковую диагностику и рентгенологию, а также среди клиницистов, которые, стремясь провести «объективный» мониторинг результатов своих операций, как правило, пытаются освоить якобы один из самых легких диагностических методов — ультразвуком, при этом имея навыки и опыт исследований одного, максимум двух наиболее часто оперированных ими органов. Все это — попытки интегрировать/гибридизировать выявленные разными методами признаки заболевания в единый диагностический формат — лучевую карту пациента для их мониторинга в процессе лечения и/или наблюдения.

Искусственный интеллект имеет многочисленные преимущества по сравнению с традиционными подходами к автоматизированному анализу, включая сокращение



Роботизированные модели аппаратов для инвазивной диагностики и лечения под контролем ультразвуковой и компьютерно-томографической навигации

Robotized models of devices for invasive diagnosis and treatment using ultrasound and computed tomography guidance

времени, требующегося для специализированной экспертизы медицинских изображений (которая необходима для разработки диагностических критериев), а также возможность постоянного и персонализированного совершенствования алгоритмов диагностики различных нозологий. Он может не только эффективно анализировать изображения, но и определять эргономические характеристики рабочего процесса, совершенствовать методики гибридных доступов, давать точные прогнозы исхода заболевания, улучшать коммуникацию между диагностическими и хирургическими службами, обеспечивать радиационную безопасность пациентов и многое другое. Однако эта технология имеет ограничения, в том числе касающиеся необходимости ввода большого количества данных и «самообучения» системы, методики построения диалога врача с ИИ, «размытости» критериев разграничения нормы и болезни.

Следует понимать, что, несмотря на клиническую и прогностическую востребованность ИИ в медицине, пока нет подробных и исчерпывающих нормативных документов, которые регулировали бы его использование. Не уточнены вопросы правосубъектности электронного лица, не разработаны понятия медицинской этики, связанные с ИИ. Однако эта насущная потребность будет удовлетворена в ближайшем времени. В целом, несмотря на известные проблемы, ИИ в ближайшие несколько лет, несомненно, окажет большое влияние на радиологию и связанные с ней другие медицинские специальности, нынешний «переломный момент» в развитии которых и вызван во многом действием ИИ как катализатора позитивных изменений современной медицины.

Врачебным сообществам нужно быть готовыми к взаимодействию с разработчиками систем ИИ и освоению активно формирующейся правовой базы его применения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. European Society for Hybrid, Molecular and Translational Imaging. Available at: <http://eshi-society.org>.
2. Замахина Т. Госдума примет закон об отношениях робота и человека. Российская газета 2017; 13 февраля. Доступно по: <https://rg.ru/2017/02/13/reg-pfo/gosduma-primet-zakon-ob-otnosheniiah-robota-i-cheloveka.html>. [Zamakhina T. The State Duma will pass a law about the relationship between robot and human. Rossiyskaya gazeta = Russian Newspaper 2017; February 13. Available at: <https://rg.ru/2017/02/13/reg-pfo/gosduma-primet-zakon-ob-otnosheniiah-robota-i-cheloveka.html>. (In Russ.)].
3. В России определяют правовой статус роботов. РИА Новости 2017; 25 октября. Доступно по: <https://ria.ru/technology/20171025/1507522376.html>. [Russia will determine the legal status of robots. RIA Novosti = RIA News 2017; October 25. Available at: <https://ria.ru/technology/20171025/1507522376.html>.
4. Морхат П.М. Правосубъектность искусственного интеллекта в сфере права интеллектуальной собственности: гражданско-правовые проблемы. Дис. ... д-ра юрид. наук. М., 2018. 420 с. Доступно по: <http://dis.rgiis.ru/files/dis/>



d40100102/Morhat/morhat_p_m_dissertaciya.pdf. [Morkhat P. M. Legal personality of mashine intelligence in the field of intellectual property law: civil law problems. Dis. ... of doct. of med. sciences. Moscow, 2018. 420 p. Available at: http://dis.rgiis.ru/files/dis/d40100102/Morhat/morhat_p_m_dissertaciya.pdf. (In Russ.)].

5. Zolfagharifard E. Would you take orders from a ROBOT? An artificial intelligence becomes the world's first company director. Mail Online 2014; May 19. Available at: <http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2632920/Would-orders-ROBOT-Artificial-intelligence-world-s-company-director-Japan.html>.

6. Бостром Н. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии. Пер. с англ. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. С. 24, 111, 155, 184. [Bostrom N. Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Transl. from English. Moscow: Mann, Ivanov & Ferber, 2016. Pp. 24, 111, 155, 184. (In Russ.)].

7. <https://vrachirf.ru/>

ORCID авторов/ORCID of authors

О.Б. Жуков/O.B. Zhukov: <https://orcid.org/0000-0003-3872-5392>

П.А. Щеплев/P.A. Scheplev: <https://orcid.org/0000-0002-6082-1703>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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