

ОБЗОРЫ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2021

Пивоварова О.А., Аксенова Е.И., Камынина Н.Н.

Анализ глобальных исследовательских направлений в медицине (обзор литературы)

ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента
Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Москва, Россия

Выявление исследовательских фронтов и определение приоритетных направлений является одной из значимых проблем в науковедении и научной политике.

Глобальный исследовательский фронт – кластер научных статей, объединённых фактом совместного цитирования в других статьях в определённый момент времени. С помощью методологии выделения направлений и кластеров направлений SciVal (онлайн-платформа для мониторинга и анализа международных научных исследований с использованием инструментов визуализации и современных метрик цитируемости, экономической и социальной эффективности) выделены три предметные области: клиническая медицина, управление здравоохранением и общественное здравоохранение.

По суммарному количеству статей и доле, которую направление занимает в исследуемом массиве публикаций InCites Citation Topics, определились глобальные исследовательские фронты: нейросканирование, иммунология, диетология, ортопедия и психиатрия.

Сегодня в мире реализуются масштабные научные программы, направленные на познание человека и его здоровья. В связи с растущим бременем основных заболеваний головного мозга во всём мире, учёным необходимо найти эффективные средства для всестороннего применения современной биотехнологии и решения актуальных проблем клинической медицины.

Угрозы инфекционных заболеваний, разработка новых вакцин усилили серьёзные ответные меры глобальной иммунологической обсерватории и связанные с ней разработки в области системной иммунологии. Научные сообщества приступили к проведению широких и всеобъемлющих консультаций, которые должны привести к созданию глобальной стратегии в области рациона и режима питания, физической активности, снижению болезней костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата.

Хирурги-ортопеды разрабатывают новые процедуры и технологии для оптимизации ухода за пациентами на основе научно обоснованного подхода.

Масштаб проблем психического здоровья находится в центре глобальной повестки дня в области здравоохранения и развития Всемирного банка, Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и других национальных и международных организаций, что подчёркивает масштаб этих проблем и те успехи, которые можно достичь при совместном их решении.

Ключевые слова: обзор; исследовательские направления; головной мозг; иммунология; диетология; ортопедия; психиатрия

Для цитирования: Пивоварова О.А., Аксенова Е.И., Камынина Н.Н. Анализ глобальных исследовательских направлений в медицине (обзор литературы). *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021; 65(5): 477–484. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-5-477-484>

Для корреспонденции: Пивоварова Оксана Анатольевна, доктор мед. наук, учёный секретарь ГБУ «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», 115088, Москва. E-mail: pivovarovaoa1@zdrav.mos.ru

Участие авторов: Аксенова Е.И. – концепция и дизайн исследования; Пивоварова О.А. – сбор и обработка материала, написание текста, составление списка литературы; Камынина Н.Н. – редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 22.07.2021

Принята в печать 17.08.2021

Опубликована 09.11.2021

REVIEWS

© COLLECTIVE OF AUTHORS, 2021

Oksana A. Pivovarova, Elena I. Aksenova, Natalia N. Kamynina

Assessment of global research directions in medicine (literature review)

State Budgetary Institution «Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department», Moscow, 115088, Russian Federation

The identification of research fronts and the setting of priorities is a significant challenge in science and policy. The Global Research Front cluster of scientific articles is united by co-citing in other papers at a particular time. SciVal (online platform for monitoring and analyzing international research using visualization tools and modern citation metrics, economic and social efficiency) has three subject areas: Clinical Medicine, health management, and public health.

By the total number of articles and the share of the direction in the research area of InCites Citation Topics, determine the global research fronts: neuroscanning, immunology, diet, orthopaedics and psychiatry. Today, the world is witnessing large-scale scientific programmes aimed at understanding human beings and their health. Because of the growing burden of significant brain diseases worldwide, scientists need to find effective means to apply modern biotechnology fully and address current clinical medicine issues.

The threats of infectious diseases and the development of new vaccines have reinforced the pronounced response of the Global Immunology Observatory and related products in the field of system immunology. The scientific communities have embarked on a comprehensive consultation that should lead to a global strategy on diet and diet, physical activity, and reducing musculoskeletal and musculoskeletal diseases.

Orthopaedic surgeons are developing new procedures and technologies to optimize patient care based on a science-based approach.

The scale of mental health problems is at the heart of the global health and development plan of the World Bank, WHO and other national and international organizations, highlighting the scale of these challenges and successes that can be achieved if we work together to solve them.

Keywords: *review; research areas; brain; immunology; dietetics; orthopaedics; psychiatry*

For citation: Pivovarova O.A., Aksenova E.I., Kamynina N.N. Assessment of global research directions in medicine (literature review). *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2021; 65(5): 477–484. (In Russ.). <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2021-65-5-477-484>

For correspondence: Oksana A. Pivovarova, Academic secretary of Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department, Moscow, 115088, Russian Federation. E-mail: pivovarovaol@zdrav.mos.ru

Information about the authors:

Pivovarova O.A., <https://orcid.org/0000-0003-4234-1869> Aksenova E.I., <https://orcid.org/0000-0003-1600-1641>

Kamynina N.N., <https://orcid.org/0000-0002-0925-5822>

Contribution of the authors: *Aksenova E.I.* – research concept and design; *Pivovarova O.A.* – collection and processing of material, writing the text, compilation of the list of Literature; *Kamynina N.N.* – editing. *All authors* are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

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

Received: July 22, 2021

Accepted: August 17, 2021

Published: November 09, 2021

Введение

Выявление приоритетных направлений является одной из наиболее значимых проблем в науковедении и научной политике. В формировании глобальной исследовательской повестки по суммарному количеству статей и доле, которую занимает направление в исследуемом массиве публикаций, определились несколько глобальных исследовательских направлений: нейросканирование (84,6 тыс. статей, 2,7%), иммунология (78,9 тыс. статей, 2,5%), диетология (75,2 тыс. статей, 2,4%), ортопедия (63,8 тыс. статей, 2,0%) и психиатрия (62,8 тыс. статей, 2,0%).

Цель – анализ тенденций развития мировой медицинской науки на основе теоретического анализа научных трудов зарубежных авторов.

Материал и методы

Методы поиска литературы включали поисковые запросы по базам данных Web of Science, Scopus, MedLine, The Cochrane Library.

Результаты

Тенденции развития мировой медицинской науки в области изучения мозга человека. Глобальные исследования мозга человека по картированию, мониторингу и модуляции мозговой активности приводят к разработке множества клинических приложений, но на первый план выходят проекты нейросканирования. Знания о том, как деятельность мозга вызывает сложное поведение и как он адаптируется к внешним и внутренним изменениям,

ограничены. Изучение и понимание процесса формирования различных чувств, эмоций, когнитивных функций – мышления, выбора и даже сознания – обещает новаторские решения в здравоохранении. Нейробиология и визуализация вступают в новую эру сотрудничества, в которой новые успешные технологии, порождённые крупными научными проектами по всему миру, окажут огромное влияние не только на медицинскую науку, но и на экономику и общество.

2 апреля 2013 г. президент США Барак Обама объявил о новой исследовательской инициативе – «Исследование мозга путём продвигания инновационных нейротехнологий» (BRAIN), направленной на помощь исследователям поиска новых способов лечения и предотвращения заболеваний мозга. В качестве помощи Национальные институты здоровья (США) учредили рабочую группу. В отчете «Vision»¹ сформулированы научные инициативные цели: выявление и экспериментальный доступ к различным типам клеток мозга для определения их роли в здоровье и развитии болезней.

Задачи проекта:

- провести интегрированную систематическую перепись типов нейрональных и глиальных клеток, выявить новые генетические и негенетические инструменты для доставки генов, белков и химических веществ к интересующим клеткам у животных и людей;
- составить карты головного мозга в нескольких масштабах, что позволит понять взаимосвязь между нейрональной структурой и функцией для анатомической реконструкции нейронных цепей на всех уровнях от неинвазивной визуализации всего человеческого мозга до плотной реконструкции синаптических входов и выходов на субклеточном уровне;
- зарегистрировать динамическую нейронную активность из полных нейронных сетей;
- выявить причинно-следственную взаимосвязь между активностью мозга и поведением;
- с помощью объединения генетических и оптических методов выявить мозговые клетки, влияющие на поведение.

Исследовательская группа Национального научного фонда (США) занимается созданием набора физических и концептуальных инструментов, необходимых для определения функционирования мозга на протяжении жизни человека². Основная цель работы – выйти за пределы картирования мозга и найти взаимосвязь между поведением, деятельностью мозга в целом, его функциями, единичными клетками и субклеточными структурами.

Цель проекта «Мозг человека»³, являющегося флагманом Европейской комиссии по новым технологиям и разрабатываемого более 100 партнёрами в 24 странах, – ускорить понимание человеческого мозга, добиться прогресса в определении и диагностике заболеваний мозга и разработать новые технологии лечения. Основная цель

проекта – представить к 2023 г. разработку первой цифровой модели и симуляции человеческого мозга.

Параллельно с проектами в США и Европе в 2014 г. Япония запустила собственный проект по картированию мозга с помощью интегрированных нейротехнологий для изучения заболеваний «Brain/MINDS»⁴. Его цель – выявление нейронных сетей, участвующих в таких мозговых нарушениях, как деменция и депрессия.

Декларация о намерениях по созданию Международной инициативы в области изучения мозга была принята 08.12.2017 на встрече представителей крупных мировых исследовательских проектов в области мозга в Канберре. Декларация между представителями Японии, Кореи, Европы, США, Австралии, Китая и Канады предназначена для ускорения прогресса во «взломе кода мозга»⁵.

Проект «Brainnetome»⁶ в Китае вплотную занимается идентификацией мозговой нейронной сети с помощью метода мультимодальной нейровизуализации. Одними из последних открытий проекта являются установление взаимосвязи между нарушением тормозного контроля и многочисленных психиатрических и поведенческих расстройств, разработанная 3D-сеть, визуализирующая пребиомаркёры, приводящие к развитию болезни Альцгеймера.

Проект «Human Connectome» (USC Mark and Mary Stevens Neuroimaging and Informatics Institute, USC University of Southern California – «Человеческий коннектом»), Марк и Мэри Стивенс, Институт нейровизуализации и информатики, Университет Южной Калифорнии) призван обеспечить беспрецедентную компиляцию нейронных данных – интерфейс для графической навигации. В лаборатории нейровизуализации⁷ исследователи занимаются разработкой алгоритмов деформации и количественного анализа данных для создания набора атласов мозга, которые характеризуют нормальный мозг в процессе развития, в зрелом и пожилом возрасте, работают над пониманием и картированием мозга при болезни Альцгеймера, а также мозга других популяций пациентов.

Проект «BRAINMA» NeuroImaging and Neuro-Spectroscopy Laboratory at National Brain Research Centre (NBRC – Лаборатория нейровизуализации и нейроспектроскопии Национального центра исследований мозга) предполагает определение морфологических различий головного мозга между разными группами населения и создала первый индийский популяционно-специфический шаблон мозга. Создание популяционно-специфических шаблонов мозга необходимо для интерпретации данных нейровизуализации, вариаций нейроанатомии в генетически гетерогенной популяции [1].

Тенденции развития мировой медицинской науки в области иммунологии. Развитие иммунологии в последние десятилетия позволило выявить ключевую роль иммунологических нарушений в патогенезе ряда заболеваний.

¹ BRAIN 2025 Report. Strategic Planning. URL: <https://braininitiative.nih.gov/strategic-planning/brain-2025-report> (дата обращения 14.04.2021).

² BRAIN: Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies. URL: https://www.nsf.gov/news/special_reports/brain/initiative/ (дата обращения 14.04.2021).

³ Human Brain Project. URL: <https://www.humanbrainproject.eu/en/> (дата обращения 14.04.2021).

⁴ Brain Mapping by Integrated Neurotechnologies for Disease Studies. URL: <https://brainminds.jp/en/> (дата обращения 18.04.2021).

⁵ The International Brain Initiative. URL: <https://www.internationalbraininitiative.org/> (дата обращения 14.04.2021).

⁶ Brainnetome. URL: <https://www.brainnetome.org/> (дата обращения 16.04.2021).

⁷ LONI. URL: <https://www.loni.usc.edu/research> (дата обращения 12.04.2021).

Угрозы инфекционных заболеваний в XXI в., разработка новых вакцин усилили глобальные ответные меры и разработки в области системной иммунологии.

Национальный институт аллергии и инфекционных заболеваний (NIAID, США) запланировал серию фундаментальных иммунологических исследований для предотвращения инфекционных, иммунологических и аллергических заболеваний в Восточной Азии и Тихоокеанском регионе. Европейские исследователи являются частью «Immune Tolerance Network»⁸ – международного консорциума, спонсируемого NIAID, занимающегося оценкой новых методов лечения аутоиммунных заболеваний, астмы и аллергических заболеваний, а также проблемой отторжения трансплантата. Приоритеты исследований NIAID на Ближнем Востоке и в Северной Африке включают изучение устойчивости к противомикробным препаратам, иммунодефицитных заболеваний и забытых тропических болезней. Правительство США имеет соглашения в области науки и технологий с Индией и Бангладеш, которые способствуют исследованиям и сотрудничеству. Одним из наиболее важных и успешных проектов сотрудничества стала *Индо-американская программа действий в отношении вакцин*⁹.

Центр имени Гельмгольца по исследованию инфекционных заболеваний (Германия), специализирующийся в области экспериментальной иммунологии, занимается изучением «механизмов периферической толерантности» на основании изучения состояния Т-клеток. Исследователи разрабатывают первую математическую модель периферического гомеостаза Трег, которая будет использована в качестве основы для дополнительных подходов к моделированию иммунных ответов, опосредованных Т-клетками во время острой инфекции вируса гриппа А¹⁰.

Совместно с немецким исследовательским фондом «SFB 738» европейская сеть, объединяющая информатику и геномику вспомогательных Т-клеток «ENLIGHT-TEN+», проводит изучение эпигенетического профилирования хелперных Т-клеток на основании экспрессии генов¹¹, что позволит создавать индивидуализированные подмножества иммунных клеток с эпигенетически фиксированными функциональными свойствами для терапевтических целей.

Программа «Врожденные лимфоидные клетки»¹² Центра имени Гельмгольца по исследованию инфекционных заболеваний (Германия) направлена на идентификацию и функциональную характеристику генов эпигенетической сигнатуры в клонах врожденных лимфоидных клеток.

Проводимое под эгидой Информационной службы по исследованиям и разработкам Сообщества (Евросоюз)

европейское исследование с целью изучения количественной Т-клеточной иммунологии и терапии для понимания механизмов, контролируемых количеством различных субпопуляций лимфоцитов¹³, будет являться ключом к терапевтической цели иммунных ответов, скорости клеточной пролиферации, дифференциации, выживания и гибели клеток.

Проводимое в сотрудничестве с Бирмингемским университетом при поддержке Консорциума по иммунологии коронавируса Великобритании исследование «Protective Immunity from T-cells to COVID19 in Health workers»¹⁴ изучает возможности иммунного Т-клеточного ответа после вакцинации. Консорциум также занимается поисками иммунного ответа на SARS-CoV-2¹⁵, что будет иметь значение для контроля пандемии коронавируса.

Иммунология онкологических заболеваний представляет собой большой и развивающийся научный кластер. *Американская ассоциация исследований рака* работает над изучением роли активации CD40 для стимуляции Т-клеточного ответа молекулами иммунных контрольных точек, что, вероятно, будет новой клинической возможностью для иммунотерапии рака¹⁶.

Международный консорциум обученного иммунитета (INTRIM)¹⁷ – крупномасштабное совместное исследование, направленное на изучение механизмов адаптации врожденного иммунитета. Один из исследовательских проектов INTRIM изучает влияние вакцинации БЦЖ на иммунологические характеристики стволовых клеток гемопоэза [2], в другом проекте исследуется Toll-подобный рецептор 10 (TLR10) – рецептор распознавания сигнала воспаления, запускающий противовоспалительные механизмы [3].

Гарвардская школа общественного здравоохранения Т.Н. Chan и проект «Вакцины для человека» объявили о совместной работе по изучению иммунной системы человека¹⁸, целью которой является ускорение создания эффективных вакцин, средств диагностики и лечения.

Изучение иммунологической памяти после перенесенных инфекций является актуальным вопросом 2021 г. Продолжительность иммунологической памяти после заражения острым респираторным синдромом, вызванным SARS-CoV-2 и COVID-19, неясна. Понимание иммунной памяти к SARS-CoV-2 имеет значение для понимания защитного иммунитета против COVID-19 и оценки вероятного будущего течения пандемии, что является приоритетным научным направлением.

Учёные из *Научно-исследовательского института Санфорд Бернем Пребис (США)* идентифицировали набор человеческих генов, способных бороться с инфекцией

⁸ Global Research in Europe. URL: <https://www.niaid.nih.gov/research/niaid-research-europe> (дата обращения 19.04.2021).

⁹ Global Research in South and Central Asia. URL: <https://www.niaid.nih.gov/research/niaid-research-south-and-central-asia> (дата обращения 01.05.2021).

¹⁰ Tbx21 and Foxp3 Are Epigenetically Stabilized in T-Bet+ Tregs That Transiently Accumulate in Influenza A Virus-Infected Lungs. URL: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/14/7522> (дата обращения 30.04.2021)

¹¹ Sonderforschungsbereich 738. URL: <https://www.sfb738.de/startseite-3/sonderforschungsbereich-738.html> (дата обращения 23.04.2021).

¹² Innate Lymphoid Cells. DFG Priority Program SPP 1937. URL: <https://spp-innatelymphoidcells.de/stefan-floss-and-matthias-lochner/> (дата обращения 24.04.2021).

¹³ Quantitative T cell Immunology and Immunotherapy. URL: <https://cordis.europa.eu/project/id/764698> (дата обращения 02.06.2021).

¹⁴ New study finds strong immune response following COVID-19 vaccination. URL: <https://www.birmingham.ac.uk/research/immunology-immunotherapy/news/2021/03/new-study-finds-strong-immune-response-following-covid-19-vaccination.aspx> (дата обращения 04.05.2021).

¹⁵ UK Coronavirus Immunology Consortium. URL: <https://www.uk-cic.org/> (дата обращения 04.05.2021).

¹⁶ American Association of Cancer Research. URL: <https://www.aacr.org/> (дата обращения 05.06.2021).

¹⁷ INTRIM. International Trained Immunity Consortium. URL: <https://www.trainedimmunity.org/> (дата обращения 02.05.2021).

¹⁸ Human Vaccines Project. URL: <https://www.humanvaccinesproject.org/> (дата обращения 03.05.2021).

SARS-CoV-2. Знание того, что интерферонстимулированные гены могут контролировать вирусную инфекцию, поможет исследователям понять факторы, влияющие на тяжесть заболевания, а также предложить терапевтические варианты, что будет следующим шагом исследования [4]. Кроме этого, Институт медицинских исследований Санфорд Бернем Пребис запустил фундаментальное исследование «Программа по проблемам старения, рака и иммуноонкологии»¹⁹ с целью изучения изменений в клетках и окружающей их среде, перекрёстных связей между раковыми, иммунными клетками и стромальными компонентами, что позволит разработать новые и более эффективные профилактические меры и методы лечения рака. Внимание исследователей программы «Иммунитет и патогенез» того же института сосредоточено на понимании регуляции и взаимодействия иммунных ответов макроорганизма и микробного патогена.

Тенденции развития мировой медицинской науки в области диетологии. Принимая во внимание серьёзность проблемы общественного здравоохранения, научные сообщества приступили к проведению широких и всеобъемлющих консультаций, которые должны привести к созданию глобальной стратегии в области рациона и режима питания, физической активности и здоровья. Общей целью этой стратегии является улучшение здоровья населения благодаря здоровому питанию, физической активности и разработке глобальной безопасности пищевых продуктов.

Крупнейшее мировое исследование «NutriNet-Sante» в 2021 г. предоставит обширное хранилище фенотипических данных с долгосрочным последующим наблюдением для выявления физиопатологических механизмов, оценки биомаркёров и интеграции генетических процедур в анализ взаимосвязи между питанием и здоровьем [5].

Генеральный секретарь ООН А. Гутерриш на Саммите по продовольственным системам призвал принять меры для снижения распространения ожирения из-за неправильного питания²⁰. ВОЗ обсудила сотрудничество со Всемирной федерацией ожирения, ЮНИСЕФ, Фондом Блумберга для борьбы с пандемией ожирения путём изменения способов производства и потребления продуктов питания в мире.

Новая рамочная программа действий ВОЗ по разработке и осуществлению политики государственных продовольственных закупок и обслуживания для здорового питания²¹ направлена на повышение доступности здоровой пищи.

Всемирная федерация ожирения в новом стратегическом отчёте признала сложность борьбы с ожирением и разработала структуру ROOTS, которая устанавливает интегрированный, справедливый, всеобъемлющий и ориентированный на человека подход к борьбе с ожирением.

¹⁹ Sanford Burnham Prebys Medical Discovery Institute. URL: <https://www.sbpdiscovery.org/biomedical-research/programs/aging-cancer-and-immuno-oncology-program> (дата обращения 10.05.2021).

²⁰ WHO Director-General's opening remarks at Obesity – Setting the Global agenda event – 4 March 2021. URL: <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-obesity-setting-the-global-agenda-event-4-march-2021> (дата обращения 12.05.2021).

²¹ Public food procurement and service policies for a healthy diet. URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240018341> (дата обращения 12.05.2021).

Основываясь на системе ROOTS, настоящая Декларация излагает рекомендации по немедленным действиям от профилактики до лечения ожирения с учётом пандемии COVID-19²².

Европейская ассоциация по изучению ожирения реализует несколько исследовательских проектов:

- TIMESPAN²³ – установление генетических взаимосвязей;
- PROTEIN²⁴ – инновационное исследование проводимое Европейским Союзом совместно с «Horizon 2020», направленное на разработку инструментов с использованием новейших коммуникационных технологий и стратегий машинного обучения для предоставления индивидуальной поддержки в области питания и физической активности.

20 апреля 2021 г. была создана новая группа Европарламента по ожирению и устойчивости систем здравоохранения²⁵ с целью решения проблемы ожирения и устойчивости систем здравоохранения в борьбе с ним. Ожирение рассматривается как одно из значимых хронических заболеваний в эру пандемии COVID-19.

Панамериканская организация здравоохранения единогласно одобрила План действий по профилактике ожирения у детей и подростков²⁶, для реализации ряда эффективных внедрений, законов, нормативных положений и мероприятий, учитывающих приоритеты государств-членов, и обозначила стратегические направления действий: защита, продвижение и поддержка оптимальных методов грудного вскармливания и прикорма; улучшение условий дошкольного и школьного питания и физической активности; межсекторальные действия по укреплению здоровья. Панамериканская организация здравоохранения поддерживает рекомендованные ВОЗ мероприятия по сокращению эпидемии ожирения, такие как «наиболее выгодные вмешательства» ВОЗ, связанные с профилактикой ожирения, Глобальную стратегию ВОЗ по питанию, физической активности и здоровью и Глобальный план действий по физической активности на 2018–2030 годы «Более активные люди за более здоровый мир».

Бурный рост генетической и биологической информации дал старт развитию концепции индивидуального питания – нутригеномике. В настоящее время существует потребность в количественной оценке и математическом моделировании множественных генетических эффектов, обусловленных питательными веществами [6].

Тенденции развития мировой медицинской науки в области ортопедии. Данные недавнего исследования «Глобальное бремя болезней» свидетельствуют о том, что примерно 1,71 млрд человек в мире имеют нарушения и заболевания костно-мышечной системы и

²² COVID-19 and obesity: the 2021 Atlas. URL: <https://www.worldobesityday.org/assets/downloads/COVID-19-and-Obesity-The-2021-Atlas.pdf> (дата обращения 03.05.2021).

²³ TIMESPAN. URL: <https://easo.org/projects/timespan/> (дата обращения 15.05.2021).

²⁴ PROTEIN Project. URL: <https://easo.org/projects/protein/> (дата обращения 12.05.2021).

²⁵ Obesity and Health System Resilience. URL: <https://cdn.easo.org/wp-content/uploads/2021/04/19214305/MEP-Interest-Group-Launch-Press-Release.pdf> (дата обращения 12.05.2021).

²⁶ Plan of Action for the Prevention of Obesity in Children and Adolescents. URL: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/49138> (дата обращения 10.05.2021).

опорно-двигательного аппарата [7]. Учитывая нарастающие потребности, ВОЗ разработала инструмент для оценки потребностей в реабилитационных услугах²⁷ и учредила инициативу «Реабилитация-2030: призыв к действиям» в целях привлечения внимания к острой неудовлетворённой потребности в реабилитационных услугах во всем мире.

Многообещающей является область ортобиология. Недавно *Американская академия хирургов-ортопедов*²⁸ объявила о стратегических инвестициях в биологические исследования и разработки, 3D-биопечать, развитие роботизированной техники. Параллельно развивается и 4D-печать – процесс, использующий интеллектуальные материалы для создания самоконфигурируемых белков, тканей и органов [8].

Университет Дьюка совместно с «4D Nucleome Consortium»²⁹ включились в работу II фазы исследования для интеграции, анализа и моделирования набора данных с целью получения полного представления о 4D-нуклеоме. Их задачи – идентифицировать пространственно-временные изменения хроматина (4D-нуклеом или «4DN»), связанные с регенеративными человеческими MuSCs (muscle stem cells – мышечные стволовые клетки), и понять функциональные последствия дефектов этого механизма при повреждении мышц. В долгосрочной перспективе эта информация может привести к новым стратегиям регенеративного лечения.

Национальный исследовательский институт генома человека, поддерживаемый «Genomic Innovator», выдал премию на будущее развитие исследования, посвящённого анализу молекулярного состава, связанного с неорганическими веществами, кодирующими последовательности ДНК и РНК в геноме³⁰.

Тенденции развития мировой медицинской науки в области психиатрии. Психические, неврологические расстройства и расстройства вследствие употребления психоактивных веществ являются распространёнными, инвалидизирующими и связаны со значительной преждевременной смертностью. По предварительным оценкам Всемирного банка³¹, заболевания этой группы зарегистрированы у 10% взрослого населения мира, 20% детей и подростков имеют психические расстройства.

Медтехнологическая компания «Biogen» (США) объявила о сотрудничестве с «Apple» в исследовании³² с целью определения идентификации цифровых биомаркёров когнитивных нарушений, используя данные со смарт-устройств, включая «iPhone» и «Apple Watch».

30 марта 2021 г. *Американская академия детской и подростковой психиатрии* представила дорожную карту³³, в которой обозначила четыре ключевые направления для фундаментальных исследований, одним из которых является выявление нарушений регуляции эмоций.

Несколько крупных организаций – Глобальный совет будущего по нейротехнологиям Всемирного экономического форума, международный рецензируемый журнал открытого доступа по нейробиологии – Brain Science («Наука о мозге»), Цифровой центр по психическому здоровью Азиатско-Тихоокеанского экономического сотрудничества – поддерживают интеграцию фундаментальных инноваций в психическое здоровье, в которых исследуются сильные и слабые стороны искусственного интеллекта в сфере охраны психического здоровья³⁴.

«Brainstorm (Stanford medicine)»³⁵ организовали первую в истории лабораторию инноваций в области виртуальной реальности, которые изучают технологию дополненной и виртуальной реальности для более точной диагностики заболеваний и улучшения психического здоровья. Исследуется новое направление – экспозиционная терапия с использованием виртуальной реальности для пациентов с тревожными и посттравматическими стрессовыми расстройствами.

«Qatar Biobank» и «Qatar Genome Program» секвенируют человеческий геном всего населения Катара в надежде определить биомаркёры основного депрессивного расстройства. Также проводятся исследования для установления взаимосвязи между микробиомом кишечника и мозгом для лечения депрессии и других психических заболеваний [9].

Заслуживает внимание революционная экспериментальная система для изучения неврологических расстройств, в том числе умственных нарушений и нарушений развития, – перепрограммирование соматических клеток в индуцированные плюрипотентные стволовые клетки и их дифференциация в нейронные линии [10].

Исследователи *Национального института США по проблемам старения* работают над выявлением генетических факторов болезни Альцгеймера [11]. Национальные институты здравоохранения США запустили очередную версию Программы партнерства по ускорению разработки лекарств для лечения болезни Альцгеймера («AMP AD 2.0») ³⁶, чтобы расширить открытый научный подход с использованием большого объёма данных для определения биологических целей для терапевтического вмешательства. «AMP AD 2.0» поддерживает новые технологии, в том числе передовые технологии одноклеточ-

²⁷ WHO Rehabilitation Need Estimator. URL: <https://vizhub.healthdata.org/rehabilitation/> (дата обращения 21.05.2021).

²⁸ American Academy of Orthopaedic Surgeons. FAAOS Rise of the Machines: The Emergence of Robotics. URL: <https://www.aaos.org/> (дата обращения 24.05.2021).

²⁹ 4DN Web Portal. URL: <https://www.4dnucleome.org> (дата обращения 23.05.2021).

³⁰ National Human Genome Research Institute. Genomic Innovator Awards. URL: <https://www.genome.gov/research-funding/Funding-Opportunities/Genomic-Innovator-Awards> (дата обращения 20.05.2021).

³¹ The World Bank. Official site. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/mental-health> (дата обращения 20.05.2021).

³² Monitoring Cognitive Performance Using Smart Devices: Interview with Maha Radhakrishnan, CMO, Biogen. URL: <https://www.medgadget.com/2021/02/monitoring-cognitive-performance-using-smart-devices-interview-with-maha-radhakrishnan-cmo-biogen.html> (дата обращения 11.05.2021).

³³ What Is AACAP's Roadmap for 2021? URL: <https://psychnews.psychiatryonline.org/doi/10.1176/appi.pn.2021.3.13> (дата обращения 11.05.2021).

³⁴ Empowering 8 Billion Minds Enabling Better Mental Health for All via the Ethical Adoption of Technologies. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future%20Council_Mental_Health_and_Tech_Report.pdf (дата обращения 10.05.2021); APEC. Digital Hub for Mental Health. URL: <https://mentalhealth.apec.org/> (дата обращения 14.05.2021).

³⁵ Brainstorm.Stanford medicine. URL: <https://www.stanfordbrainstorm.com/events> (дата обращения 15.05.2021).

³⁶ Press Releases. NIH invests in next iteration of public-private partnership to advance precision medicine research for Alzheimer's disease. URL: <https://www.nia.nih.gov/news/nih-invests-next-iteration-public-private-partnership-advance-precision-medicine-research> (дата обращения 16.05.2021).

ного профилирования и компьютерного моделирования, которые позволят использовать подход точной медицины к разработке терапии.

В проекте полногеномного поиска ассоциаций («GWAS») выявлены новые генетические варианты, гены и биологические пути, связанные с когнитивной устойчивостью или защитой от проблем с памятью и мышлением, которые обычно развиваются при болезни Альцгеймера [12].

Перспективность дальнейших исследований определяется национальными инициативами, стратегией и планом действий в области общественного здравоохранения.

Рекомендации, разработанные Центрами по контролю и профилактике заболеваний (США), включают Национальный план борьбы с болезнью Альцгеймера³⁷, программу «Здоровое старение в действии: продвижение национальной стратегии профилактики»³⁸, Инициативу здорового мозга: национальную дорожную карту общественного здравоохранения по поддержанию когнитивного здоровья³⁹, Национальный план действий по борьбе с раком: продвижение стратегий общественного здравоохранения⁴⁰, Национальную программу общественного здравоохранения по остеоартриту»⁴¹.

Приоритетные направления развития медицинской науки в зарубежных странах. Изложенные в сборнике «Health Affairs» проекты Национальной академии медицины «Жизненно важные направления в области здравоохранения и здравоохранения»⁴² включают приоритеты здравоохранения на 2021 г., определённые новой администрацией президента США Джо Байдена. Одним из них является программа «Угрозы инфекционных заболеваний: восстановление устойчивости», в которой рассматривается вопрос о готовности к пандемии в США и излагаются шаги по укреплению способности прогнозировать будущие пандемии и реагировать на них.

Официальная информация Европейского Союза, опубликованная в программе «EU4Health 2021–2027» [13] содержит несколько ключевых направлений:

- укрепление системы здравоохранения с возможностью противостоять эпидемиям;
- профилактика заболеваний и укрепление здоровья у стареющего населения;
- цифровая трансформация систем здравоохранения;
- разумное и эффективное использование противомикробных препаратов;
- продвижение медицинских и фармацевтических инноваций;
- экологичное производство.

³⁷ National Alzheimer's Project Act (NAPA). URL: <https://aspe.hhs.gov/napa-national-plans> (дата обращения 16.05.2021).

³⁸ Healthy Aging in Action. Advancing the national prevention strategy. URL: <https://www.cdc.gov/aging/pdf/healthy-aging-in-action508.pdf> (дата обращения 19.05.2021).

³⁹ Road Map for State and Local Public Health. <https://www.cdc.gov/aging/healthybrain/roadmap.htm> (дата обращения 12.05.2021).

⁴⁰ A National Action Plan for Cancer Survivorship: Advancing Public Health Strategies. URL: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/6536/> (дата обращения 12.05.2021).

⁴¹ A National Public Health Agenda for Osteoarthritis. URL: <https://www.cdc.gov/arthritis/publications/pdf/agenda-osteoarthritis.pdf> (дата обращения 12.05.2021).

⁴² Vital Directions for Health and Health Care. URL: <https://nam.edu/initiatives/vital-directions-for-health-and-health-care> (дата обращения 12.05.2021).

Неотложными приоритетами здравоохранения Европейский Союз считает:

- борьбу с онкологическими заболеваниями⁴³;
- сокращение числа устойчивых к противомикробным препаратам инфекций⁴⁴;
- повышение показателей вакцинации⁴⁵.

Кроме этого, Европейский Союз расширяет Европейские справочные сети⁴⁶ по редким заболеваниям и продолжает международное сотрудничество по глобальным угрозам и вызовам для здоровья⁴⁷.

Выводы

В статье представлена оценка основных зарубежных исследовательских направлений, основанных на аналитических данных для демонстрации научных тем, привлекающих внимание учёных в мире. Выявление актуальных и развивающихся научных разработок в рамках исследовательского фронта обеспечивает всеобщую концентрацию усилий исследователей для достижения поставленных целей.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Pai P.P., Mandal P.K., Punjabi K., Shukla D., Goel A., Joon S., et al. BRAHMA: Population specific T1, T2, and FLAIR weighted brain templates and their impact in structural and functional imaging studies. *Magn. Reson. Imaging*. 2020; 70: 5–21. <https://doi.org/10.1016/j.mri.2019.12.009>.
2. Netea M.G., van der Meer J.W., van Crevel R. BCG vaccination in health care providers and the protection against COVID-19. *J. Clin. Invest.* 2021; 131(2): e145545. <https://doi.org/10.1172/JCI145545>.
3. DiNardo A.R., Netea M.G., Musher D.M. Postinfectious epigenetic immune modifications – a double-edged sword. *N. Engl. J. Med.* 2021; 384(3): 261–70. <https://doi.org/10.1056/nejmra2028358>.
4. Martin-Sancho L., Lewinski M.K., Pache L., Stoneham C.A., Yin X., Becker M.E., et al. Functional landscape of SARS-CoV-2 cellular restriction. *Mol. Cell*. 2021; 81(12): 2656–68.e8. <https://doi.org/10.1016/j.molcel.2021.04.008>.
5. Hercberg S., Castetbon K., Czernichow S., Malon A., Mejean C., Kesse E., et al. The Nutrinet-Santé Study: a web-based prospective study on the relationship between nutrition and health and determinants of dietary patterns and nutritional status. *BMC Public Health*. 2010; 10: 242. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-10-242>.
6. Morand C., De Roos B., Garcia-Conesa M.T., Gibney E.R., Landberg R., Manach C., et al. Why interindividual variation in response to consumption of plant food bioactives matters for future personalised nutrition. *Proc. Nutr. Soc.* 2020; 79(2): 225–35. <https://doi.org/10.1017/S0029665120000014>.
7. Cieza A., Causey K., Kamenov K., Hanson S.W., Chatterji S., Vos T. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the

⁴³ Official website of the European Union. Cancer. URL: https://ec.europa.eu/health/non_communicable_diseases/cancer_en (дата обращения 09.05.2021).

⁴⁴ Official website of the European Union. EU Action on Antimicrobial Resistance. URL: https://ec.europa.eu/health/antimicrobial-resistance/eu-action-on-antimicrobial-resistance_en (дата обращения 09.05.2021).

⁴⁵ Official website of the European Union. Vaccination. URL: https://ec.europa.eu/health/vaccination/overview_en (дата обращения 09.05.2021).

⁴⁶ Official website of the European Union. European Reference Networks. URL: https://ec.europa.eu/health/ern_en (дата обращения 09.05.2021).

⁴⁷ Official website of the European Union. International cooperation. URL: https://ec.europa.eu/health/international_cooperation/overview_en (дата обращения 09.05.2021).

- Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021; 396(10267): 2006–17. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32340-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32340-0)
8. Javaid M., Haleem A. Significant advancements of 4D printing in the field of orthopaedics. *J. Clin. Orthop. Trauma*. 2020; 11(Suppl. 4): S485–90. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.04.021>
 9. Valles-Colomer M., Falony G., Darzi Y., Tigchelaar E.F., Wang J., Tito R.Y., et al. The neuroactive potential of the human gut microbiota in quality of life and depression. *Nat. Microbiol.* 2019; 4(4): 623–32. <https://doi.org/10.1038/s41564-018-0337-x>
 10. Anderson N.C., Chen P.F., Meganathan K., Afshar Saber W., Petersen A.J., Bhattacharyya A., et al. Cross-IDDRC Human Stem Cell Working Group. Balancing serendipity and reproducibility: Pluripotent stem cells as experimental systems for intellectual and developmental disorders. *Stem Cell Reports*. 2021; 16(6): 1446–57. <https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2021.03.025>
 11. Sienski G., Narayan P., Bonner J.M., Kory N., Boland S., Arczewska A.A., et al. APOE4 disrupts intracellular lipid homeostasis in human iPSC-derived glia. *Sci. Transl. Med.* 2021; 13(583): eaaz4564. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.aaz4564>.
 12. Dumitrescu L., Mahoney E.R., Mukherjee S., Lee M.L., Bush W.S., Engelman C.D., et al. Genetic variants and functional pathways associated with resilience to Alzheimer’s disease. *Brain*. 2020; 143(8): 2561–75. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa209>
 13. Samarasekera U. New EU health programme comes into force. *Lancet*. 2021; 397(10281): 1252–3. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00772-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00772-8)