



ИЗДАЕТСЯ ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневского» Минобороны России

ГОСПИТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА наука и практика

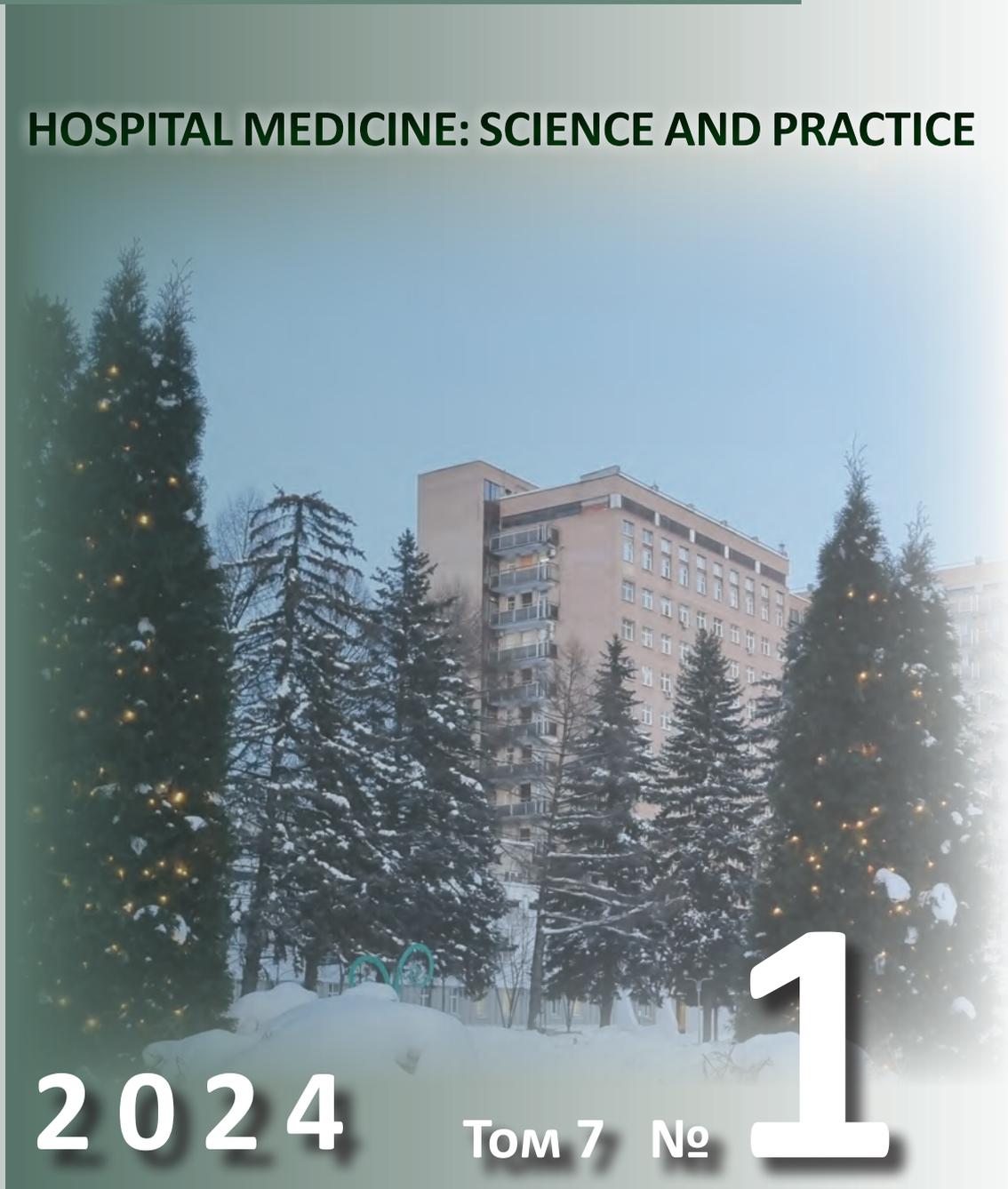
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

HOSPITAL MEDICINE: SCIENCE AND PRACTICE

2024

Том 7 №

1





ISSN 2658-6681

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Регистрационный номер
серия ПИ № ФС77-74606
от 14.12.2018 г.

Включен в перечень рецензируемых научных изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора медицинских наук распоряжением Минобрнауки России № 427-р от 09.12.2020 г.

Подписной индекс: 81094
Свободная цена

Индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

Ответственность за достоверность информации, содержащейся в рекламных материалах, несут рекламодатели.

**Заместитель
главного редактора:**

д.м.н., проф. Алехнович А.В.

Технический редактор:

Савельева З.А.

e-mail: jornal_hospitalmed@mail.ru

Отпечатано
в Типографии "Полиграфов",
сайт: www.poligrafov.ru,
т. +7 (499) 113-10-00,
Подписано в печать
Печать с оригинала автора
Заказ № . Тираж 1000 экз.
Формат 60x90/8
Бумага мелованная 115 г/м²
Объем печ. л.
Вышел в свет 2024 г.

ГОСПИТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

НАУКА И ПРАКТИКА

HOSPITAL MEDICINE: SCIENCE AND PRACTICE

Выходит 6 раз в год

Учредитель ФГБУ "НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого"

Минобороны России

Основан в 2018 г.

Том 7 • №1 • 2024

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР Д.М.Н. ЕСИПОВ А.В.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

д.м.н. Амхадова М.А., д.м.н. Бакшеев В.И., д.м.н. Белякин С.А.,
д.м.н. Быков В.И., д.м.н. Васильев А.Ю., д.м.н. Виноградов О.И.,
д.м.н. Галлямова Ю.А., д.м.н. Гвасалия Б.Р., д.м.н. Гребенюк А.Н.,
д.м.н. Гуляев Н.И., д.м.н. Дмитращенко А.А., д.м.н. Зиновьева О.Е.,
член-корр. РАН, д.м.н. Иванов А.М., д.м.н. Иванов Д.В.,
д.м.н. Казаков С.П., д.м.н. Калининская А.А., д.м.н. Карандин В.И.,
д.м.н. Кочергин Н.Г., д.м.н. Кочетов А.Г., д.м.н. Крашутский В.Н.,
д.м.н. Круглова Л.С., д.м.н. Литвиненко И.В., д.м.н. Лищук А.Н.,
д.м.н. Ломакин М.В., д.м.н. Лубашев Я.А., д.м.н. Масюкова С.А.,
д.м.н. Мироненко В.А., д.м.н. Овечкин И.Г., д.м.н. Овчинников Ю.В.,
д.м.н. Ойроткинова О.Ш., д.м.н. Полунина Е.Г., д.м.н. Сабиров Д.Р.,
д.м.н. Ситников Н.В., д.м.н. Скворцов С.В., д.м.н. Стеклов В.И.,
д.м.н. Столярж А.Б., д.м.н. Сухоруков А.Л., к.м.н. Тарасенко Г.Н.,
д.м.н. Турзин П.С., д.м.н. Тюков Ю.А., акад. РАН, д.м.н. Ушаков И.Б.,
д.м.н. Хышов В.Б., д.м.н. Шарапов Г.Н., д.м.н. Шикина И.Б.,
д.м.н. Шляфер С.И., д.м.н. Эскина Э.Н., д.м.н. Юдин В.Е.,
д.м.н. Яменсков В.В., д.м.н. Ярошенко В.П.

Авторам, желающим опубликовать свои труды в данном журнале, статьи следует направлять по электронной почте на адрес: jornal_hospitalmed@mail.ru

По вопросам размещения рекламы или рекламных статей обращаться в редакцию журнала
адрес Учредителя (редакции) 143420 Московская обл.,
г/о Красногорск, п. Новый, тер. 3 ЦВКГ им. А.А. Вишневого, д.1



ISSN 2658-6681

Registered by the Federal service for supervision of communications, information technology and mass communications. Registration number series ПИ № ФС77-74606 от 14.12.2018.

It is included in the list of peer-reviewed scientific publications of the Higher Attestation Commission, in which the main results of dissertations for the degree of candidate and Doctor of medical Sciences should be published by order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No. 427-r of 09.12.2020.

Subscription Index: 81094
Free price

The journal is indexed in the Russian science citation index (RSCI)

Responsibility for the reliability of information contained in promotional materials is borne by advertisers

**Alternates
chief editor:**

MD, PhD, DSc, Prof. Alekhnovich A.V.

Technical Editor:

Savelieva Z.A.

e-mail: jornal_hospitalmed@mail.ru

Printed

in Polygraph Printing House

сайт: www.poligrafov.ru,

т. +7 (499) 113-10-00,

Signed in print

Print from the original author

Order № . Edition 1000 copies.

Format 60x90/8

Coated paper 115 g/m²

Volume of the furnace. I

Published in 2024

GOSPITALNAYA M E D I C I N A

NAUKA I PRACTIKA

HOSPITAL MEDICINE: SCIENCE AND PRACTICE

6 times a year

Founder of the Vishnevsky Scientific Medical Center for High Medical Technologies of the Ministry of Defense of the Russian Federation. Founded in 2018

Vol. 7 • №1 • 2024

EDITOR-IN-CHIEF MD, PHD, DSC ESIPOV A.V.

EDITORIAL BOARD:

MD, PhD, DSc Amkhadova M.A., MD, PhD, DSc Baksheev V.I., MD, PhD, DSc Belyakin S.A., MD, PhD, DSc Bykov V.I., MD, PhD, DSc Vasiliev A.Y., MD, PhD, DSc Vinogradov O.I., MD, PhD, DSc Gallyamova Y.A., MD, PhD, DSc Gvasalia B.R., MD, MD, PhD, DSc Grebenyuk A.N., PhD, DSc Gulyaev N.I., PhD, DSc Dmitrashchenko A.A., MD, PhD, DSc Zinovieva O.E., Corr. Member RAS, MD, PhD, DSc Ivanov A.M., MD, PhD, DSc Ivanov D.V., MD, PhD, DSc Kazakov S.P., D, PhD, DSc Kalininskaya A.A., MD, PhD, DSc Karandin V.I., MD, PhD, DSc Kochergin N.G., MD, PhD, DSc Kochetov A.G. MD, PhD, DSc Krasutsky V.V., MD, PhD, DSc Kruglova L.S., MD, PhD, DSc Litvinenko I.V., MD, PhD, DSc Lishchuk A.N., MD, PhD, DSc Lomakin M.V., MD, PhD, DSc Lubashev Y.A., MD, PhD, DSc Masyukova S.A., MD, PhD, DSc Mironenko V.A., MD, PhD, DSc Ovechkin I.G., MD, PhD, DSc Ovchinnikov Y.S., MD, PhD, DSc Oynotkinova O.Sh., MD, PhD, DSc Polunina E.G., MD, PhD, DSc Sabirov D.R., MD, PhD, DSc Sitnikov N.V., MD, PhD, DSc Skvortsov S.V., MD, PhD, DSc Steklov V.I., MD, PhD, DSc Stolyarge A.B., MD, PhD, DSc Sukhorukov A.L., Cand.Sc. Tarasenko G.N., MD, PhD, DSc Turzin P.S., MD, PhD, DSc Tyukov Y.A., Acad. RAS, MD, PhD, DSc Ushakov I.B., MD, PhD, DSc Khyshov V.B., MD, PhD, DSc Sharapov G.N., MD, PhD, DSc Shikina I.B., MD, PhD, DSc Shlyifer S.I., MD, PhD, DSc Eskina E.N., MD, PhD, DSc Yudin V.E., MD, PhD, DSc Yamenskov V.V., MD, PhD, DSc Yaroshenko V.P.

Authors wishing to publish their works in this journal, articles should be sent by e-mail to the address: jornal_hospitalmed@mail.ru

On the placement of advertisements or promotional articles, contact the editorial office of the journal address of the Founder (editorial office) 143420, Krasnogorsk, Novyy village, Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky. 1

СОДЕРЖАНИЕ

Клиническая медицина

- Монаков Д.М., Исмаилов А.К., Кочетов А.Г., Байтман Т.П., Грицкевич А.А.**
ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ
ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ5
- Тарасенко Г.Н., Коленько Н.Г., Тарасенко Ю.Г., Шабельская В.В.**
БОЛЕЗНЬ ПРИНГЛЯ-БУРНЕВИЛЯ В ПРАКТИКЕ ДЕРМАТОЛОГА13
- Шади Х.Р.Сарсур, Руднева Н.С.**
РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДАЛИМУМАБА И
ИКСЕКИЗУМАБА В ЛЕЧЕНИИ ПСОРИАЗА17
- Алиева Г.В., Гараева Г.Г.**
ИЗМЕНЕНИЯ СОСУДИСТОЙ СТРУКТУРЫ СЕТЧАТКИ И
БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ КРОВИ У БЕЛЫХ КРЫС НА МОДЕЛИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ
АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ23
- Гамзатов Р.С.**
ОКАЗАНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИМ БОЛЬНЫМ30
- Пинчук О.В., Яменсков В.В.**
ИНОРОДНЫЕ ТЕЛА ШЕИ ПРИ «СЧАСТЛИВЫХ» ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЯХ37
- Карпухин В.Г.**
ЭНДОМИОКАРДИАЛЬНЫЙ ФИБРОЗ – ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ44
- Крашутский В.В.**
РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СКОРОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО КРОВОТОКА,
МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ДИСТАЛЬНОГО РУСЛА, СТЕПЕНИ ИШЕМИИ, ДЕФИЦИТА ПЕРФУЗИИ
И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ КОНЕЧНОСТЕЙ С ^{99m}Tc-ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТААЦЕТАТОМ И
^{99m}Tc-ПИРОФОСФАТОМ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЙ53

Профилактическая медицина

- Филина Ю.С., Колесникова И.М.**
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ66
- Яшина Е.Р., Турзин П.С., Лукичев К.Е., Ушаков И.Б., Лупанов А.И.**
ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ ВО
ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 ЗА РУБЕЖОМ75

CONTENTS

Clinical medicine

- Monakov D.M., Ismailov A.K., Kochetov A.G, Baitman T.P., Gritskevich A.A.**
THE POSSIBILITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT OF
PERSONALIZED TREATMENT OF UROLITHIASIS5
- Tarasenko G.N., Kolenko N.G., Tarasenko J.G., Shabelskaya V.V.**
ANGIOKERATOMA FORDAISA: POSSIBILITIES OF THERAPY BY THE LASER13
- Shadi H.R. Sarsur, Rudneva N.S.**
RESULTS OF COMPARING THE EFFECTIVENESS OF ADALIMUMAB
AND IXEKIZUMAB IN THE TREATMENT OF PSORIASIS17
- Aliyeva G.V., Garayeva G.G.**
CHANGES IN THE VASCULAR STRUCTURE OF THE RETINA AND
BIOCHEMICAL MARKERS OF BLOOD IN WHITE RATS ON A MODEL
OF SHORT-TERM ARTERIAL HYPERTENSION23
- Gamzatov R.S.**
PROVIDING DENTAL CARE TO NEUROPSYCHIATRIC PATIENTS30
- Pinchuk O.V., Yamenskov V.V.**
FOREIGN BODIES OF THE NECK IN "LUCKY" GUNSHOT WOUNDS37
- Karpukhin V.G.**
ENDOMYOCARDIAL FIBROSIS – FEATURES OF MODERN DIAGNOSTICS44
- Krashutsky V.V.**
RADIONUCLIDE METHODS FOR STUDYING THE VELOCITY OF THE MAIN BLOOD FLOW,
MICROCIRCULATION OF THE DISTAL BED, DEGREE ISCHEMIA, PERFUSION DEFICIT
AND LIMB VITALITY WITH ^{99m}Tc-DIETHYLENETRIAMINEPENTAACETATE AND ^{99m}Tc-
PYROPHOSPHATE IN ATHEROSCLEROSIS OF PERIPHERAL ARTERIES53

Preventive medicine

- Filina Yu.S., Kolesnikova I.M.**
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICAL ORGANIZATIONS66
- Yashina E.R., Turzin P.S., Lukichev K.E., Ushakov I.B., Lupanov A.I.**
ORGANIZATION AND FEATURES OF MEDICAL SUPPORT FOR ATHLETES DURING THE
COVID-19 PANDEMIC ABROAD75

Клиническая медицина

Clinical medicine

УДК 616-089:004.8:616.6

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.41.35.001

© Коллектив авторов, 2024

Монаков Д.М.^{1,2}, Исмаилов А.К.², Кочетов А.Г.^{3,4}, Байтман Т.П.^{1,2}, Грицкевич А.А.^{1,2}

ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В РАЗРАБОТКЕ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОГО ЛЕЧЕНИЯ МОЧЕКАМЕННОЙ БОЛЕЗНИ

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского» Минздрава России² ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов»; Россия³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий - Центральный военно-клинический госпиталь им. А.А. Вишневского» Минобороны России⁴ ФГБОУ ВО «Российский Биотехнологический Университет»

Аннотация. Мочекаменная болезнь, в силу многообразия её этиологических факторов и сложности патогенеза, может рассматриваться как одна из наиболее подходящих моделей для разработки систем искусственного интеллекта, как механизма поддержки принятия врачебных решений. В реальной клинической практике, врач располагает ограниченным количеством времени и небольшим набором данных для решения сложных клинических задач при оказании медицинской помощи таким пациентам, что заставляет искать способы оптимизации процесса выбора персонализированной тактики лечения. Одним из путей решения данной проблемы может считаться применение искусственного интеллекта, что отражается в росте числа публикаций, посвящённых данной проблеме в последние годы. В настоящем обзоре систематизированы исследования, посвящённые вопросам применения искусственного интеллекта при мочекаменной болезни.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь, искусственный интеллект, нейронные сети, машинное обучение, метафилактика, персонализированный подход, CNN, ANN, ML.

Monakov D.M.^{1,2}, Ismailov A.K.², Kochetov A.G.^{3,4}, Baitman T.P.^{1,2}, Gritskevich A.A.^{1,2}

THE POSSIBILITIES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DEVELOPMENT OF PERSONALIZED TREATMENT OF UROLITHIASIS

¹ National Medical Research Center for Surgery named after A. V. Vishnevsky of the Ministry of Health of Russia² Peoples' Friendship University of Russia³ National Medical Research Center of High Medical Technologies - Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky" of the Ministry of Defense of Russia⁴ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

Abstract. Urolithiasis, due to the variety of its etiological factors and the complexity of its pathogenesis, can be considered as one of the most suitable models for the development of artificial intelligence systems as a mechanism to support medical decision-making. In real clinical practice, a doctor has a limited amount of time and a small set of data to solve complex clinical problems in providing medical care to such patients, which forces them to look for ways to optimize the process of choosing personalized treatment tactics. One of the ways to solve this problem can be considered the use of artificial intelligence, which is reflected in the growing number of publications devoted to this problem in recent years. This review systematizes research on the use of artificial intelligence in urolithiasis.

Keywords: urolithiasis, artificial intelligence, neural networks, machine learning, metaphylaxis, personalized approach, CNN, ANN, ML.

ВВЕДЕНИЕ

Мочекаменная болезнь (МКБ) остаётся одним из наиболее распространённых заболеваний органов мочеполовой системы. Заболеваемость МКБ варьирует от 1–5% в Азии до 7–13% в Северной Америке [1–3].

Стандартизированный по возрасту коэффициент заболеваемости (ASIR) мочекаменной болезнью на 100 тыс. населения в 2019 г. составил в Российской Федерации 4541,9; 95% ДИ (3648,9 – 5522,0), а ASIR на 100 000 населения с поправ-

кой на инвалидность (DALY) — 24,7; 95% ДИ (19,7 – 30,6) [1].

Доля пациентов с МКБ составляют среди госпитализированных в урологические отделения 30–40% [4]. По статистическим данным в Российской Федерации с 1990 по 2014 г. число пациентов с МКБ увеличилось в 3,47 раза.

Мочекаменная рецидивном характеризуется рецидивирующим течением: риск повторного камнеобразования в течение 5 лет после первичной диагностики данного заболевания составляет

50%, а в течение 10 лет достигает 80-90% [5, 6]. Это определяют высокую актуальность проблемы профилактики и метафилактики МКБ.

В настоящее время в медицинском сообществе неуклонно возрастает интерес к искусственному интеллекту (ИИ) и активно изучаются возможности его применения для решения практических задач в повседневной медицинской практике. К преимуществам ИИ относят возможность быстрой обработки огромных массивов данных с выявлением неочевидных закономерностей, отсутствие его зависимости от «человеческих факторов», таких как усталость, эмоциональное выгорание, склонность к субъективной оценке факторов, что ускоряет процесс анализа клинической ситуации и облегчает принятие наиболее оптимального решения [7, 8].

В силу многообразия этиологии МКБ и сложности её патогенеза, данное заболевание представляет собой перспективную модель для разработки методов ИИ, которые могут быть полезны для решения ряда клинических задач, стоящих перед урологом, оказывающим медицинскую помощь пациенту с МКБ, к которым можно отнести следующие:

- точное установление локализации, количества, размеров и плотности конкремента;
- выбор наиболее оптимальной лечебной тактики для его удаления;
- прогнозирование результатов применения различных медицинских вмешательств, направленных на разрушение конкремента (выбор наиболее оптимального доступа к нему, вида энергии для его фрагментации, stone free rate, вероятность развития осложнений и пути их снижения);
- вероятность рецидива камнеобразования;
- выбор наиболее оптимальной стратегии метафилактики МКБ;
- прогнозирование влияния МКБ на функцию почек;
- оценка риска развития МКБ у родственников пациента;
- помощь пациенту в соблюдении врачебных рекомендаций и контроле за состоянием своего здоровья (при использовании мобильных устройств, которые обеспечивают мониторинг показателей пациента).

Таким образом, ИИ — наиболее перспективный путь для реализации концепции медицины «4 П»: предиктивной, профилактической, персонализированной и партисипативной.

Цель настоящего обзора — систематизация исследований, посвящённых применению техно-

логий ИИ в диагностике, лечении и метафилактике МКБ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Выполнены поиск, анализ и систематизация публикаций в информационно-аналитических системах MEDLINE, Scopus, Clinicaltrials.gov, Google Scholar и Web of Science с использованием следующих ключевых слов: «урология» («urology»), «мочекаменная болезнь» («urolithiasis»), «искусственный интеллект» («artificial intelligence»), «нейронные сети» («neural networks»), «машинное обучение» («machine learning»), «метафилактика» («metaphylaxis»), «сверточные сети» («convolutional networks»), «глубокое обучение» («deep learning»).

Поиск публикаций производился двумя авторами независимо друг от друга. Решение о включении публикации в обзор принималось в ходе дискуссии всеми авторами. Спорные вопросы разрешались с привлечением главного исследователя.

Критерии включения: клинические исследования; доступ к полному тексту статьи. Критерий исключения: резюме, обзорные статьи, заметки и комментарии редактора, главы из книг; экспериментальные и лабораторные исследования на животных.

В результате первоначального поиска выявлено 573 публикации. После удаления дублирующих и нерелевантных статей на основе скрининга их резюме исключено 489 научных публикаций. После изучения полных текстов публикаций исключено 49 из них, оставшиеся 35 статей включены в настоящий обзор, который выполнен в соответствии с перечнем предпочтительных элементов отчетности для систематических обзоров и метаанализов (PRISMA) [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установление локализации, размеров и состава конкремента

Мочекаменная болезнь диагностируется в подтверждение наличия конкремента в мочевыводящих путях. Диагностика — краеугольный камень определения тактики лечения любого заболевания. Для персонализированного планирования лечения МКБ важно точно установить локализацию, количество, размеры и плотность (зависящую от химического состава) конкрементов. Именно эти параметры позволяют оценить вероятность самостоятельного отхождения конкремента, эффективности литокинетической терапии, а также определить показания к операции и выбрать методику удаления или разрушения конкремента, а также вид энергии, которую следует использовать для его деструкции [8].

Выявление конкрементов и оценка их локализации основана на применении методов медицинской визуализации, прежде всего ультразвукового исследования (УЗИ) и компьютерной томографии (КТ). Именно поэтому одними их первых направлений в исследовании возможностей применения ИИ у пациентов с МКБ стали работы по оценке возможности анализа с его помощью результатов данных видов исследования.

Одним из наиболее перспективных направлений применения ИИ при оказании медицинской помощи пациентам с МКБ считается обработка медицинских изображений, полученных при УЗИ и КТ.

Обследование пациента в МКБ начинается с применения УЗИ, как относительно недорогого, неинвазивного и доступного метода исследования, которое, к сожалению, остаётся на сегодняшний день оператор-зависимым, а его результаты в значительной степени зависят от качества используемого оборудования.

В исследовании J. Verma и соавт. классификация и сегментация камней проводилась с использованием метода k-ближайших соседей и метода опорных векторов. Для изображений, полученных при УЗИ, характерна большая его однородность, затрудняющая распознавание конкремента. Поэтому для классификации и сегментации ультразвуковых изображений были использованы медианный фильтр, фильтр Гаусса и нерезкая фильтрация с последующим применением метода сегментации энтропии изображения. Тем не менее, несмотря на предварительную обработку и подготовку изображений, точность распознавания осталась неудовлетворительной как для применения метода k-ближайших соседей (89%), так и для метода опорных векторов (84%) [9].

Nithya A. и соавт. удалось получить более перспективные результаты при классификации и сегментации УЗИ изображений с использованием метода k-средних. Основной сложностью работы с ультразвуковыми изображениями является наличие помех в виде спеклов, который может нивелироваться с помощью медианного фильтра. Для повышения предсказательной точности выделение признаков проводилось с использованием алгоритма crow search optimization. Алгоритм классифицировал изображение с камнями и без них с помощью классификатора, после чего изображения с камнями подвергались дополнительному сегментированию для определения локализации конкрементов. Авторами было показано, что кластеризация «multi kernel» k-средних (гибридная линейная и квадратичная модель) достигла точности 99,6% [10].

Для выявления конкрементов K. Viswanath и соавт. использовали ансамбль архитектур – многослойный перцептрон Румельхарта. Обучение нейросети проводилось на базе данных, включающей 500 пациентов. Предварительная подготовка ультразвуковых изображений проводилась с использованием набора фильтров. Авторами получена точность распознавания камней 98,8%. Следует подчеркнуть, что минимальная скорость автоматизированного алгоритма делает возможным его применение в режиме реального времени [11].

На сегодняшний день нативная КТ остаётся «золотым стандартом» диагностики МКБ. Благодаря стандартизации исследования и возможности его записи данный метод менее оператор-зависимый, однако всё ещё остаётся высокой его зависимость от оборудования, на котором оно выполняется. Следует подчеркнуть, что при КТ данные представляются в формате DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) с теговой организацией: пациент – исследование – серия – изображение (кадр или серия кадров). Изображение, получаемое при КТ, это результат компьютерных вычислений, а не проекционное теневое изображение, как при рентгенографии. Именно поэтому представляется перспективным использование технологий компьютерного зрения и машинного обучения с целью повышения информативности данной диагностической методики. Методы ИИ позволяют осуществить классификацию изображений с использованием методов глубокого обучения, установить определенные закономерности, что существенно повышает точность и снижает субъективность интерпретации результатов исследования [12].

Jendeberg J. и соавт. разработали и провели валидацию «2,5D» сверточной нейронной сети («2,5D CNN») для дифференциальной диагностики камней дистального отдела мочеточника и флеболитов таза на основе данных нативной КТ. Авторами предложен классификатор на основе ансамбля трех 2D CNN, анализирующих изображения в перпендикулярных плоскостях. Воксель с конкрементом был точкой их пересечения. Эффективность 2,5D CNN оценивалась путём сопоставления полученных данных с результатами мнения экспертов. Ретроспективно оценены результаты КТ 341 пациента с почечной коликой, обусловленной дистальным камнем мочеточника. Машинное обучение проводилось на основе анализа изображений 384 камней и 50 флеболитов. В результате ИИ дифференцировал камни и флеболиты с чувствительностью, специфичностью и точностью 94%, 90% и 92% соответственно. Эти показатели были значи-

мо выше ($p=0,03$), чем средняя точность радиолога (86%). Точность полуколичественного метода составила 49%. Точность предсказания 92% и AUC 0,95 свидетельствуют о высоком потенциале 2,5D CNN, но для внедрения данной нейросети в повседневную практику необходимо минимизировать количество ложноположительных результатов. Точность разработанного алгоритма может быть повышена при добавлении в обучающую выборку изображений, полученных на различном оборудовании и при использовании различных протоколов исследования [13].

Parakh A. и соавт. проводилась не только классификация изображений с конкрементами и без них, но и с последующая их субклассификация по группам в зависимости от размера камня. Авторами применена нейросеть глубокого обучения с каскадным классификатором. Для её обучения были использованы 435 КТ-снимков ($n=206$ без камней и $n=229$ с камнями). Значение AUC для автоматического выявления конкрементов варьировало от 0,92 до 0,95 в зависимости от модели: точность GrayNet-SB (95%) была выше, чем у ImageNet-SB (91%) и Random-SB (88%). Для конкрементов более 4 мм все модели продемонстрировали схожие результаты; для камней менее 4 мм количество ложноотрицательных результатов для GrayNet-SB, ImageNet-SB и Random-SB составило 1 из 16, 3 из 16 и 5 из 16 соответственно. GrayNet-SB распознал камни во всех 22 случаях [14].

Определение химического состава конкремента. В настоящее время химический состав конкрементов определяется с помощью инфракрасной спектроскопии (ИКФС) и рентгеновской дифракции [15]. Следует подчеркнуть, что использование этих методов возможно только для анализа удалённого конкремента, а на практике часто возникает задача выяснить строение конкремента до операции или его отхождения с мочой. КТ, при которой возможна оценка плотности конкремента, позволяет с высокой долей вероятности решить эту задачу, однако, L.A. Fitri и соавт. отмечают, что определение химического состава конкремента «вручную», на основе анализа изображений, полученных при КТ, представляет собой трудоемкий процесс, который напрямую зависит от опыта специалиста [16], что обуславливает актуальность разработки автоматизированных алгоритмов определения химического состава камней.

Hoamp H.G. и соавт. оценили возможность применения неглубокой нейросети (shallow neural network), состоящей из одного скрытого и одного выходного слоя и использующую сигмоид как

функцию активации, для анализа состава конкрементов. Проанализировано 200 КТ-изображений ($n=75.735$ вокселей), из них 70% ($n=53.015$ вокселей) использованы для обучения нейросети и 15% ($n=11.360$ вокселей) — для её настройки и тестирования. Точность распознавания состава конкрементов варьировалась от 87,1% до 91,1%. Наибольшее количество ошибок при распознавании конкрементов, состоящих из струвита (51,8%), мочевой кислоты и цистина (23,7% и 23,4% соответственно). Авторы подтвердили возможность разработки автоматизированного алгоритма распознавания локализации и состава камней на основе анализа вокселей. В этом исследовании впервые проведена бинаризация изображения с последующим поиском компонента связности графа. При изолированном распознавании конкрементов чувствительность нейросети достигла 100%; отмечено 3,69 ложноположительных результатов на пациента при тестировании 88 сканов [17].

Kreigshauser J.S. и соав. оценили возможность применения различных алгоритмов машинного обучения, таких как нейросети, дерева решений (Decision Tree), случайного леса (Random Forest), метода опорных векторов (support vector machine) и гибридного алгоритма Байесовского классификатора с деревом решений (Naïve Bayes Tree), для определения состава камня по изображениям, полученным при КТ. Наилучшей точностью предсказания (97%) обладали нейросеть, метод опорных векторов и алгоритм Naïve Bayes Tree. Точность предсказания достигала 100% при классификации конкрементов по двум группам: содержащим и не содержащим мочевую кислоту. Наибольшее число ошибок было выявлено в работе алгоритмов дерева принятия решений и Random Forest. При дальнейшей классификации конкрементов, не содержащих мочевую кислоту, точность предсказания снижалась до 75%, что недостаточно для принятия клинических решений [18].

Black K.M. и соав. для определения химического состава конкрементов использовали алгоритмы глубокого обучения. В исследование были включены цифровые фотографии 63 конкрементов различного химического состава (моногидрат оксалата кальция, мочевую кислоту, гексагидрат фосфата магния-аммония, дигидрат гидрофосфата кальция и цистиновые камни). Для многоклассовой классификации химического состава конкрементов по изображению была использована сверточная нейронная сеть ResNet-101 (ResNet, Microsoft), в которой полносвязные слои были заменены на сверточный слой со 128 каналами, оптимизированный

с помощью слоя Batch Normalization (пакетная нормализация) и функцией активации ReLU, за которым следовал еще один 128-канальный слой, в обоих слоях случайным образом инициализировались весовые коэффициенты. Softmax использовалась для последнего слоя для задач классификации. Точность распознавания химического состава камней варьировала от 94% (для камней, в составе которых была мочевая кислота, до 71% для конкрементов, в составе которых был брусит) [19]. Следует подчеркнуть, что в данном исследовании не использовались конкременты смешанного химического состава и нейросеть не использовалась для определения размера конкремента.

Onal E.G. и соавт. разработали и интегрировали в работу смартфона алгоритм, позволяющий определить химический состав конкрементов. Алгоритм разработан на основе анализа методом ИКФС химического состава 37 удаленных камней, состоящих из оксалата кальция, цистина, мочевой кислоты и струвита. Выходные данные каждого этапа выступали в качестве входных данных для следующего. Учитывая скорость распознавания изображения с использованием уже имеющихся архитектур (ResNet50, GoogleNet и т.д.), авторами предложена собственная архитектура, представленная четырьмя сверточными слоями, двумя слоями пула и двумя полносвязными слоями. В результате им удалось достичь общей и взвешенной точности 88% и 87%, соответственно, со средней метрикой F1-score – 0,84 [20].

Прогнозирование возникновения и рецидива МКБ

Интересным направлением применения методов ИИ является прогнозирование возникновения и течения МКБ.

В своём исследовании D. Chiang и соавт. продемонстрировали возможность применения нейросетей для обработки большого массива данных с целью прогнозирования развития МКБ. Данные 151 пациента с минимум двумя эпизодами образования кальциево-оксалатных камней, подтвержденными результатами ИКФС, сравнивались с данными 105 здоровых лиц по четырем генетическим однонуклеотидным полиморфизмам: цитохром р450с17, Е-кадгерин, урокиназа и фактор роста эндотелия сосудов (VEGF). Дополнительно в анализ включались данные об объеме потребляемой жидкости, занятиях спортом на свежем воздухе, а также о наличии генетических полиморфизмов. Авторы использовали трехслойную нейросеть и многослойный перцептрон Румельхарта. При учёте только данных генетического исследования,

прогностическая точность двух методов была сопоставима (64% дискриминантный анализ и 65% нейросеть). При дополнительном включении клинико-демографических характеристик прогностическая точность нейросети увеличивалась до 89% против 75% у дискриминантного анализа. Прогностически значимыми переменными оказались наличие гена VEGF, потребление молока и воды [21].

Tanathanuch M. и соавт. использовали трехслойную нейросеть у пациентов с рецидивирующим течением МКБ для прогноза повторного появления конкрементов после их полной элиминации. Обучение нейросети проводилось на наборе данных 100 пациентов с последующей валидацией на выборке из 68 пациентов. Для обучения нейросети использовались демографические данные пациента, рентгенологический тип камня и состав. Достоверность работы полученного алгоритма составила 80%. Наиболее значимыми переменными оказались МКБ в анамнезе, нефрокальциноз, состав камней, суточный анализ мочи на цитрат и посев мочи [22].

В своём исследовании D. Vatinić и соавт. особое внимание уделили теории дисбаланса факторов, влияющих на суточный диурез у детей. Были сформированы три группы пациентов: группа 1 (n=30) – пациенты с МКБ, группа 2 (n=36) – пациенты с изолированной гематурией и группа 3 (n=15) – условно здоровые лица (контрольная группа). Алгоритм, разработанный на основе искусственного интеллекта, обладал точностью 97,78%, чувствительностью 100% и специфичностью 93,33% в прогнозировании возникновения МКБ. Прогностически значимыми переменными оказались пороговые значения соотношения оксалат/цитрат и гликозаминогликаны [23].

Прогнозирование результатов лечения МКБ

Cummings J.M. и соавт. изучили возможность использования многослойной нейронной сети, в прогнозировании спонтанного отхождения небольших камней нижней трети мочеточника. Данные 181 пациента были разделены на обучающую (n=125) и тестовую (n=56) выборки. Чувствительность разработанного алгоритма составила 76% при 100% точности в прогнозировании отхождения камней. Тем не менее, следует отметить, что при прогнозировании необходимости хирургического вмешательства чувствительность разработанной модели снижалась до 57% [24].

Kadlec A. и соавт. на основании исследования 382 пациентов разработана нейронная сеть, которая позволяет прогнозировать результаты эндоурологических операций. Модель предсказывала статус

stone free (отсутствие камней камней более 4 мм по данным КТ) с чувствительностью 75,3%. Специфичность прогнозирования повторного вмешательства составила 98,3%, чувствительность — 30% [25].

Aminsharifi A. и соавт. предложен алгоритм прогнозирования исходов после литотрипсии. Данные 200 пациентов были использованы в качестве входных данных для машинного обучения. Нейронная сеть разрабатывалась с использованием метода 10-проходной перекрестной проверки. Входной слой представлен 25 нейронами, каждый из которых репрезентировал одну из предоперационных переменных. Выходной слой состоял из шести узлов, означающих послеоперационные исходы. Данная нейросеть обладает высокой чувствительностью при прогнозировании исходов пуркутанной нефролитотрипсии (ПНЛ), в частности, 92% — для предсказания stone free rate (SFR), 97% — для прогнозирования потребности в повторной ПНЛ, 82% — для дополнительной дистанционной литотрипсии (ДЛТ) и 91% — для дополнительной контактной уретеролитотрипсии (КУЛТ) [26].

Shabaniyan T. и соавт. применили алгоритмы машинного обучения для прогнозирования исходов оперативного лечения пациентов с МКБ. Для разработки системы поддержки принятия решения были использованы метод опорных векторов, многослойный перцептрон, метод ближайших соседей, квадратичный дискриминантный анализ. Сбор клинических данных 254 пациентов выполнялся проспективно. В исследование включены предоперационные, интраоперационные и послеоперационные параметры. ПНЛ была выполнена 194 (76,4%) пациентам. Повторная ПНЛ потребовалась 12 (4,7%) из них, ДЛТ – 15 (5,9%), уретероскопия – 27 (10,6%). У 67 (26,4%) пациентов потребовалась установка мочеточникового стента. Кровопотеря, которая потребовала гемотрансфузии, имела место у 58 (22,8%) пациентов. Для повышения эффективности модели было выполнено уменьшение размерности, ориентированное на уменьшение числа избыточных, неинформативных признаков путем применения оберточного метода последовательного выбора признаков (Sequential Forward Selection, SFS) и линейного дискриминанта Фишера. Интеграция линейного дискриминанта Фишера и SFS привела к улучшению точности классификации более чем на 6%, что значимо для диагностического и лечебного процессов, но негативным образом повлияло на специфичность. Алгоритмы, разработанные с использованием метода опорных векторов, оказались наиболее точными при прогнозировании исходов после ПНЛ [27].

Gomha M.A. и соавт. сравнили искусственную нейронную сеть (ИНС) и логистическую регрессию в прогнозировании статуса stone free после ДЛТ. Статус stone free был определен как отсутствие резидуальных конкрементов при обзорной или экскреторной урографии через 3 месяца после операции. Оценены 984 случая. Обе модели прошли обучение на 688 кейсах. Длина камня, его расположение, использование стента и ширина камня оказались наиболее важными исходными данными. ИНС (87%) имела более точный прогноз по сравнению с логистической регрессией (62%) [28].

Poulakis V. и соавт. использовали ИНС для прогнозирования результатов ДЛТ, при дроблении камней нижней чашечки. Алгоритм был разработан на основе данных 680 пациентов. Его точность составила 92%. Предикторами отхождения камней оказались характер уродинамики в почке, чашечно-лоханочный угол, индекс массы тела (ИМТ) и размер камня [29].

Namid A. и соавт. использовал данные 60 пациентов, у которых конкременты были успешно фрагментированы при ДЛТ, для обучения ИНС, а затем применил его к 22 пациентам для прогнозирования количества ударных волн, необходимых для фрагментации камня. Точность прогноза составила 75%. Исследование показало, что с помощью ИНС может идентифицировать тех пациентов, у которых ДЛТ будет не эффективно [30].

Seckiner I. et al. также использовали методы машинного обучения для прогнозирования результатов ДЛТ. В исследование было включено 203 пациента. В качестве входных данных использованы пол, одиночные или множественные конкременты, локализацию конкремента, угол между нижней чашечкой и проксимальным сегментом мочеточника, гидронефроз, размер остаточных камней после ДЛТ, возраст, количество сеансов ДЛТ, плотность камня и креатинин. В структуру сети было введено 16 входных значений нейронов; по восемь для двух промежуточных слоев, и один – на выходном слое. Исследование подтвердило, что формирование двух промежуточных слоев нейронов рационально для оптимального обучения разработанного алгоритма. Разработанный алгоритм достиг точности 99,25% в прогнозировании результатов лечения после ДЛТ в обучающей группе. В проверочной выборке и тестовой выборке точность прогнозирования составила 85,48% и 88,70% соответственно [31].

Схожие результаты были опубликованы M.S. Choo с соавт., которыми был представлен алгоритм дерева решений, в котором каждый узел представляет собой проверку атрибута, а его вет-

ви – возможные результаты. Каждый лист дерева представляет собой класс или решение после вычисления всех атрибутов. Использование данного алгоритма позволило получить модель с прогностической точностью 92% [32].

Mannil M. и соавт. подтвердили высокий потенциал машинного обучения для прогнозирования результатов лечения МКБ на основе 3D текстурного анализа с использованием алгоритма случайного леса. Прогностически значимыми переменными признаны ИМТ, исходный размер камня и расстояние от камня до кожи со значением AUC равным 0,68, 0,58 и 0,63 соответственно. Классификатор RandomForest и характеристики по 3D текстурному анализу продемонстрировали AUC равный 0,79. Включение клинических переменных в модель позволило увеличить точность распознавания до 0,85 [33].

Левенков К.О. с соавт. на основе анализа 150 историй болезни пациентов создали матрицу входных значений, в которую было включено 25 показателей. Построение многослойного перцептрона проводилось на базе модуля NeuralNetworks. Обучение нейронной сети осуществлялось по выборке из 100 примеров, а её апробация — на контрольной выборке из 50 примеров. Точность модели составила 94% [34].

Интересной представляется работа Просяникова М. Ю., которым была определена встречаемость метаболических факторов риска при камнях почек различного химического состава, а также построена математическая модель с использованием современных алгоритмов машинного обучения для определения химического состава камней почек *in vivo* по параметрам анализов мочи, крови и характеру потребляемых нутриентов [35].

ВЫВОДЫ

В настоящее время разработка методов ИИ может считаться одним из приоритетных научных направлений. Большинство из разработанных на сегодняшний день моделей направлены на оценку точной локализации, размеров и химического состава конкремента, а также оценку ожидаемых результатов применения различных медицинских вмешательств по поводу МКБ. Вопросы применения ИИ в прогнозе возникновения МКБ и характера её течения. В связи со сложностью и разнообразностью механизмов камнеобразования особенно актуальным представляется разработка с помощью методов ИИ персонифицированных моделей профилактики и метафилактики МКБ, в которых будут использоваться не только клинические, генетические, социальные, климатические и демографические факторы.

Литература

1. Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2019 (GBD 2019) Disease and Injury Burden 1990-2019. Seattle, United States of America: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2020.
2. Liu Y, Chen Y, Liao B, Luo D, Wang k, Li H., et al. Epidemiology of urolithiasis in Asia Asian J Urol. 2018;5:205–14.
3. Safdar O.Y., Alzahrani W.A., Kurdi M.A. et al. The prevalence of renal stones among local residents in Saudi Arabia. J Family Med Prim Care. 2021 Feb;10(2):974-977. doi: 10.4103/jfmprc.jfmprc_262_20.
4. Куликовский В.Ф., Шкодкин С.В., Батищев С.А. и др. Современные представления об эпидемиологии и патогенезе уролитиаза. Научный результат. Медицина и фармация. 2016;2(4):4–12. DOI: 10.18413/2313-8955-2016-2-4-4-12.
5. Trinchieri A. et al. Epidemiology, in Stone Disease, K.S. C.P. Segura JW, Pak CY, Preminger GM, Tolley D., Editors. 2003, Health Publications: Paris; Ferraro, P.M., et al. Risk of recurrence of idiopathic calcium kidney stones: analysis of data from the literature. J Nephrol, 2017. 30: 227.
6. Keoghane, S., et al. The natural history of untreated renal tract calculi. BJU Int, 2010. 105: 1627. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20438563>
7. Moher D., Altman D.G., Liberati A., Tetzlaff J. PRISMA statement. Epidemiology. 2011;22(1):128.
8. Борисов Д.Д., Кульнев С.В., Севрюков В.В., и др. Применение искусственного интеллекта при организации лечебно-диагностических мероприятий // Известия российской военно-медицинской академии. - 2019. - т. 38. - №4. - с. 122-125. doi: 10.17816/rmmar26037
9. Verma J., Nath M., Tripathi, P. et al. Analysis and identification of kidney stone using Kth nearest neighbour (KNN) and support vector machine (SVM) classification techniques. Pattern Recognit. Image Anal. 27, 574–580 (2017). doi:10.1134/s1054661817030294
10. Nithya A., Appathurai A., Venkatadri N., Ramji D.R., Anna Palagan C. Kidney disease detection and segmentation using artificial neural network and multi-kernel k-means clustering for ultrasound images. Meas J Int Meas Confed. 2020;149. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.106952>
11. Viswanath K., Gunasundari R. (2016) VLSI Implementation and Analysis of Kidney Stone Detection from Ultrasound Image by Level Set Segmentation and MLP-BP ANN Classification. In: Dash S., Bhaskar M., Panigrahi B., Das S. (eds) Artificial Intelligence and Evolutionary Computations in Engineering Systems. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 394. Springer, New Delhi. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2656-7_19
12. Ananthakrishnan L., Duan X., Xi Y, Lewis M.A., Pearle MS, Antonenlli JA, et al. Duallayer spectral detector CT: non-inferiority assessment compared to dual-source dual energy CT in discriminating uric acid from non-uric acid

- renal stones ex vivo. *Abdom Radiol* 2018;43:3075–81
13. Jendeberg J., Thunberg P., Lide ´ n M. Differentiation of distal ureteral stones and pelvic phleboliths using a convolutional neural network. *Urolithiasis* 2020; 10.1007/s00240-020- 01180-z.
 14. Parakh A., Lee H., Lee J.H., Eisner B.H., Sahani D.V., Do S. Urinary Stone Detection on CT Images Using Deep Convolutional Neural Networks: Evaluation of Model Performance and Generalization. *Radiol Artif Intell.* 2019 Jul 24;1(4):e180066. <https://doi.org/10.1148/ryai.2019180066>.
 15. Cloutier J., Villa L., Traxer O., Daudon M. Kidney stone analysis: “Give me your stone, I will tell you who you are!”. *World J Urol.* 2015;33(2):157–69.
 16. Fitri, Leni Aziyus; Haryanto, et al Umar (2020). Automated classification of urinary stones based on microcomputed tomography images using convolutional neural network. *Physica Medica*, 78(), 201–208. doi:10.1016/j.ejmp.2020.09.007.
 17. Hokamp N.G., Lennartz S., Salem J., dos Santos D.P., Heidenreich A., Maintz D., Haneder S. Dose independent characterization of renal stones by means of dual energy computed tomography and machine learning: an ex-vivo study. *Eur Radiol.* 2020;30(3):1397–404.
 18. Kriegshauser J.S., Silva A.C., Paden R.G., et al. Ex vivo renal stone characterization with single-source dual-energy computed tomography: a multiparametric approach. *Acad Radiol.* 2016;23(8):969–76.
 19. Black K.M., Law, H., Aldoukhi, A., Deng, J. and Ghani, K.R. (2020), Deep learning computer vision algorithm for detecting kidney stone composition. *BJU Int*, 125: 920–924.
 20. Onal E.G., Tekgul H. Assessing kidney stone composition using smartphone microscopy and deep neural networks. *BJUI Compass.* 2022;1–6. <https://doi.org/10.1002/bco2.1376ONALANDTEKGUL>
 21. Chiang D., Chiang H.C., Chen W.C., Tsai F.J. Prediction of stone disease by discriminant analysis and artificial neural networks in genetic polymorphisms: a new method. *BJU Int* 2003; 91:661–666. An interesting study of the genetic determinants of urolithiasis using ANNs.
 22. Tanthanuch M., Tanthanuch S. Prediction of upper urinary tract calculi using an artificial neural network. *J Med Assoc Thai* 2004; 87:515–518. An interesting study that includes an introduction to the ANN mathematics.
 23. Batinic D., Milosevic D., Blau N., et al. Value of the urinary stone promoters/ inhibitors ratios in the estimation of the risk of urolithiasis. *J Chem Inf Comput Sci* 2000; 40:607–610.
 24. Cummings J.M., Boullier J.A., Izenberg S.D., et al. Prediction of spontaneous ureteral calculous passage by an artificial neural network. *J Urol* 2000; 164:326 – 328.
 25. Kadlec A., Ohlander S., Hotaling J., Hannick J., Niederberger C., Turk T.M. Nonlinear logistic regression model for outcomes after endourologic procedures: a novel predictor. *Urolithiasis.* 2014;42:323–7.
 26. Aminsharifi A., Irani D., Pooyesh S., et al. Artificial neural network system to predict the postoperative outcome of percutaneous nephrolithotomy. *J Endourol.* 2017;31(5):461–467. doi: 10.1089/end.2016.0791.
 27. Shabaniyan T., Parsaei H., Aminsharifi A., Movahedi M.M., Jahromi A.T., Pouyesh S., Parvin H. An artificial intelligence-based clinical decision support system for large kidney stone treatment. *Australas Phys Eng Sci Med.* 2019 Sep;42(3):771-779. doi: 10.1007/s13246-019-00780-3.
 28. Gomha M.A., Sheir K.Z., Showky S., et al. Can we improve the prediction of stone-free status after extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral stones? A neural network or a statistical model? *J Urol* 2004; 172:175–179.
 29. Poulakis V., Dahm P., Witzsch U., De Vries R., Remplik J., Becht E. Prediction of lower pole stone clearance after shock wave lithotripsy using an artificial neural network. *J Urol.* 2003;169(4):1250–6.
 30. Hamid A., Dwivedi U.S., Singh T.N., et al. Artificial neural networks in predicting optimum renal stone fragmentation by extracorporeal shock wave lithotripsy: a preliminary study. *BJU Int.* 2003;91(9):821–4.
 31. Seckiner I., Seckiner S., Sen H., Bayrak O., Dogan K., Erturhan S. A neural network - based algorithm for predicting stone - free status after ESWL therapy. *Int Braz J Urol.* 2017;43(6):1110–1114. doi: 10.1590/s1677-5538.ibju.2016.0630.
 32. Choo M.S., Uhm S., Kim J.K., et al. A Prediction Model using machine learning algorithm for assessing stone-free status after single session shock wave lithotripsy to treat ureteral stones. *J Urol.* 2018;200(6):1371–7.
 33. Mannil M., von Spiczak J., Hermanns T., Poyet C., Alkadhi H., Fankhauser C.D. Three-dimensional texture analysis with machine learning provides incremental predictive information for successful shock wave lithotripsy in patients with kidney stones. *J Urol.* 2018;200(4):829–36.
 34. Левенков К.О., Коровин Е.Н., Новикова Е.И. Нейросетевое моделирование процесса выбора схемы лечения пациентов с хроническим пиелонефритом и мочекаменной болезнью // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2018. – Т. 6, № 4(23). – С. 61-71. – doi 10.26102/2310-6018/2018.23.4.005.
 35. Просьянников, М.Ю. Комплексный подход к патогенетически обоснованной метафилактике мочекаменной болезни: специальность 31.13.00: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. М., 2022. – 340 с.

Контакты авторов:

Монаков Д.М.

e-mail: gvkg-monakov@mail.com

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 616.5

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.75.56.002

© Коллектив авторов, 2024

Тарасенко Г.Н.^{1,2,3}, Коленько Н.Г.^{4,5}, Тарасенко Ю.Г.⁵, Шабельская В.В.⁶
БОЛЕЗНЬ ПРИНГЛЯ-БУРНЕВИЛЯ В ПРАКТИКЕ ДЕРМАТОЛОГА

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России, Россия

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования», Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» МГУПП, Москва, Россия

⁴ Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы (РУДН), Москва, Россия;

⁵ АО Медси 2, КДЦ Медси на Красной Пресне, Москва, Россия

⁶ ФГБУ ВО «Читинская государственная медицинская академия. Чита, Россия

Аннотация. Авторы рассматривают в практике дерматолога случай наследственного заболевания – болезни Прингля-Бурневилля, для которого характерно поражение кожи в виде множественных полушаровидной формы опухолей величиной от булавочной головки до горошины, от цвета нормальной кожи до желтоватого и насыщенно-красного цвета. Поверхность элементов гладкая, блестящая, покрыта тонкими телеангиэктазиями. Ногтевые пластины стоп, кистей тусклые, с продольной исчерченностью, на коже стоп и кистей имеются околоногтевые и подногтевые фибромы.

Ключевые слова: болезнь Прингля-Бурневилля, туберозный склероз, кожные проявления, околоногтевые и подногтевые дерматофибромы.

Tarasenko G.N.^{1,2,3}, Kolenko N.G.^{4,5}, Tarasenko J.G.⁵, Shabelskaya V.V.⁶
ANGIOKERATOMA FORDAISA: POSSIBILITIES OF THERAPY BY THE LASER

¹ FSBI «The National Medical Research Center of High Medical Technologies - the Central Military Clinical Hospital of A.A. Vishnevsky» Russian defense Ministry, Krasnogorsk, Russia

² FSBEI of Higher Professional Education «Russian medical academy continuous professional formation», Moscow, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian Biotechnological University, Moscow, Russia

⁴ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, Moscow, Russia;

⁵ JSC Medsi 2, KDC Medsi on Krasnaya Presnya, Moscow, Russia

⁶ FSBI VO «the Chita state medical academy», Chita, Russia

Abstract. Authors consider in practice of the dermatologist a case of hereditary disease - Pringle-Bourneville disease for which characterized by skin lesions in the form of multiple tumors of the hemispherical form from pin head to pea size from normal skin colour to yellowish and deep-red colour. The surface of elements is smooth, shining, covered thin teleangiectasias. Toenails and fingernails are dim, with longitudinal striation, feet and hands skin have periungual and subungual fibromas.

Keywords: Pringle-Bourneville disease, tuberous sclerosis, skin lesions, periungual and subungual dermatofibromas.

Болезнь Прингля-Бурневилля, (туберозный склероз – tuberous sclerosis, angiofibroma) – генетически детерминированное полисистемное заболевание, которое проявляется бугорково-подобными разрастаниями на коже, в веществе головного мозга, а также в других жизненно важных органах: почках, глазах, легких, сердце, костях [1, 2]. Это одна из двух наиболее распространенных факоматозов (наряду с нейрофиброматозом Реклингхаузена). В то же время, любой факоматоз является редким заболеванием с характерными симптомами на коже и поражением ЦНС, а также многих других органов. В общей популяции туберозный склероз встречается с частотой около 1:10 000. Поражаются в равной степени оба пола [3].

Впервые заболевание было описано Recklinghausen в 1862 году, а в 1880 году Bourneville D.M. детализировал выявляемые пато-

логические данные и применил термин “туберозный склероз” описав изменения, возникающие в головном мозгу данную нозологию как «туберозный склероз церебральных волокон», а сочетающуюся с ним симметричную аденому сальных желез – Прингль 1890 г. [4, 5].

Туберозный склероз (ТС) наследуется по аутосомно-доминантному типу с различной пенетрантностью; как спонтанная мутация встречается в 60-70% случаев (ни один из родителей не имеет данного заболевания); при наличии ТС у одного из родителей – вероятность развития заболевания у ребенка составляет 50%. Генетические исследования выявили два гена ТС (TSC1, TSC2) [1] Эти гены кодируют синтез белков гамартина и туберина. Гамартин – тубериновый комплекс играет ключевую роль в регуляции клеточного роста и пролиферации, а также является ключевым звеном патогенеза туберозного склероза [6].

По клиническому течению выделяют несколько форм заболевания: классическую, психоневрологическую, кожную и ликворную. Дерматолога больше интересует кожная форма, проявления которой присутствуют более чем в 90% случаев и являются важными диагностическими признаками в ранней диагностике заболевания, так как впервые появляются еще в период новорожденности. К типичным изменениям относят: ангиофибромы сальных желез, называемые также *adenoma sebaceum*, гипопигментные пятна, соединительнотканнные невусы, около- и подногтевые фибромы, представляющие собой конические, плотные выступы розового цвета, расположенные на ногтевых валиках пальцев рук и ног, трофические изменения ногтевых пластинок, фиброматозную гиперплазию десен. Правильной постановке диагноза также помогает наличие врожденной мелкопятнистой лейкодермы, пятен цвета «кофе с молоком», атрофичных пятен, фиброэпителиальных опухолей кожи и слизистых оболочек различной локализации, подкожных узлов, «винных» гемангиом, частичного альбинизма и участков депигментированных волос (полиозис) [6].

Кожные проявления при ТС патогномичны, и как правило, не требуют патоморфологического подтверждения диагноза, однако наиболее частыми проявлениями патологии со стороны кожи являются ангиофибромы сальных желез. Эти элементы локализуются преимущественно на лице (щеках, спинке носа, подбородке, лбу), реже – в паховых областях; встречаются у 70–80 % больных и появляются чаще в возрасте 2–3 лет, значительно ранее пубертатного периода. Клинически различают 3 типа симметричных аденом сальных желез: 1-й тип Бальзера, характеризующийся множеством гипертрофированных сальных желез; 2-й тип Прингля проявляется множественными мягкими винно-красными с буроватым оттенком узелками; 3-й тип Галлопо-Лередда-Дарье округлые или куполообразные очертания с гладкой поверхностью, мягкой или плотноэластической консистенции, как правило, множественные, но могут быть и единичными, размерами от 1 до 10 мм [5, 6].

Диагностика туберозного склероза основывается на данных клинического осмотра, лабораторно-инструментальных и молекулярно-генетических методов исследования, интерпретируемых врачами смежных специальностей. Различают первичные и вторичные признаки ТС. К первичным признакам относятся: ангиофиброматоз лица

(щеки, спинка носа) или области лба в виде пятен (бляшек), около- или подногтевые фибромы нетравматического характера, три и более пятен гипопигментации, соединительно-тканнные невусы в виде «шагреневых бляшек», множественные гамартомные узелки на сетчатке, бугорки в коре больших полушарии, субэпендимальные узелки в ЦНС, субэпендимальная гигантоклеточная астроцитомы ЦНС, рабдомиома сердца (единичная или множественная), почечные ангиомиолипомы или легочный лимфангиомиоматоз.

Ко вторичным признакам относятся: неокрашенные (ахроматические) пятна на сетчатке, кожные проявления в виде конфетти (мелкие круглые пятна), множественные рассредоточенные углубления (ямки) на эмали зубов, фиброматоз десен, гамартомные полипы прямой кишки, костные кисты, непочечные гамартумы, множественные кисты почек, миграция белого вещества мозга в виде линии луча [6].

Дифференциальная диагностика дерматологических проявлений туберозного склероза проводится с рядом заболеваний в соответствии с преобладающим характером кожных проявлений. Так, ангиофибромы лица дифференцируют чаще с вульгарными и розовыми угрями, внутридермальным невоклеточным невусом, реже – с синингомой, милиарным диссеминированным туберкулезом лица. Гипопигментные пятна при туберозном склерозе следует отличать от депигментного невуса, поствоспалительной гипопигментацией, аналогичными элементами витилиго, отрубевидного лишая. Соединительнотканнные невусы – с проявлениями синдрома Габера, болезни Реклингхаузена, а опухоли Коэнена (околоногтевые фибромы) – с вульгарными бородавками [6].

При гистологическом исследовании типичных для ТС кожных опухолей выявляют пролиферацию сосудов капиллярного типа, расширение их просветов, гиперплазию сальных желез. Эпителий обычно без особенностей, но может быть изменен по типу эпидермального невуса. Дерма утолщена за счет гипертрофированных коллагеновых волокон [7, 8].

Лечение заболевания симптоматическое. Объем и вид проводимой терапии определяется топикой и тяжестью поражения различных органов и систем. Дерматологическая коррекция в косметических целях, предусматривает удаление ангиофибром и опухолей Коэнена с помощью кюретажа, химических пилингов, дермабразии, криодеструк-

ции, диатермокоагуляции, фотодинамической терапии и лазерных технологий [6]. Имеются данные о применении тигазона (1мг/кг массы тела), который приводит к уменьшению ангиофибром [9], местной терапии сиролимусом [10].

Представляет клинический интерес случай болезни Прингля-Бурневиля.

Мы наблюдали пациента Б., 45 лет, у которого были жалобы: наличие высыпаний на коже лица, околоногтевых пластин, изменение ногтевых пластинок, повышенную утомляемость, редкие эпилептоидные припадки.

Из анамнеза и медицинской документации установили, что у пациента с детского возраста появились узелки на коже лица, которые ему удаляли диатермокоагуляцией, однако они появлялись на других участках лица. В последние пять лет отметил ухудшение кожи лица: усилилось покраснение, появилось большое количество узелковых элементов в области носа и носогубных складок, а также мелких сосудов. Неоднократно проходил курс лечения у дерматолога по месту жительства с диагнозом: розацеа. Проводилось лечение трихополом, наружными средствами без эффекта. В связи с неэффективностью амбулаторного лечения направлен на стационарное лечение. Со слов пациента в течение последних десяти лет отмечает изменение ногтевых пластин кистей, стоп, появление околоногтевых и подногтевых образований.

Общее состояние больного удовлетворительное. Правильного телосложения, удовлетворительного питания. Дефектов развития и телесных повреждений нет. Периферические лимфоузлы не увеличены. Поражение кожи и придатков носит распространенный характер: на коже лица в области носа, щек, носогубных складок, подбородке на фоне застойной гиперемии имеются множественные полушаровидной формы узелки величиной от булавочной головки до горошины от цвета нормальной кожи до желтоватого и насыщенно-красного цвета. Поверхность элементов гладкая, блестящая, покрыта тонкими телеангиэктазиями (Рис. 1).

Ногтевые пластины стоп, кистей тусклые, с продольной исчерченностью, на коже стоп и кистей имеются околоногтевые и подногтевые фибромы (Рис. 2-3).

На коже спины имеются пятна овальной формы светло-коричневой окраски (пятна "кофе с молоком"). Дермографизм стойкий, розовый.

Лабораторные и биохимические показатели крови в пределах нормы. При инструментальных исследованиях грубой патологии со стороны других органов и систем не выявили.

Пациенту проведено медикаментозное лечение седативными и сосудистыми препаратами. Наружное лечение включало в себя противовоспалительные и разрешающие средства, криотерапию, которое значительно улучшило внешний вид пациента. Выписан, с хорошим терапевтическим эффектом.

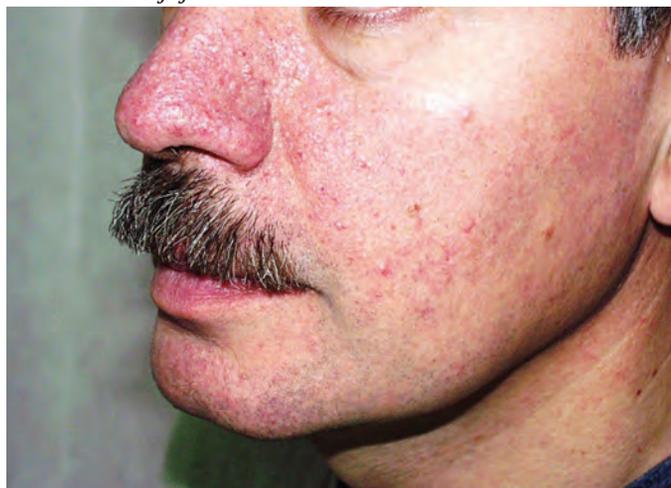


Рис. 1. Пациент Б. 45 лет. Изменения кожи лица



Рис. 2. Пациент Б. 45 лет. Подногтевые фибромы на кистях



Рис. 3. Пациент Б. 45 лет. Подногтевые фибромы на стопах

Таким образом, несмотря на невысокую частоту встречаемости болезни Прингла-Бурневиля, а также отсутствие эффективных методов лечения необходимо придавать этой проблеме определенную актуальность, так как данная патология может встречаться в практике дерматолога.

Литература

1. Сакович Р.А., Чиж Г.В. Туберозный склероз. // Новости лучевой диагностики. -№ 1 – 2. – 2002. – С. 74 – 76
2. Фицпатрик, Т. Дерматология: атлас-справочник / Т.Фицпатрик, Р.Джонсон, К.Вулф, М.Полано, Д.Сюрмонд. // 3-е издание. – 1999. – С. 384-387
3. Хебиф Т.П. Кожные болезни: Диагностика и лечение / Томас П. Хебиф; Пер. с англ.; Под общ. ред. акад. РАМН, проф. А.А.Кубановой. – М.: МЕДпресс-информ, 2006 с.: ил
4. Дорофеева М.Ю. Туберозный склероз у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - №4. – 2001. – С.33–41.
5. Головченко Д.Я., Кисилевский В.М., Пурышкина О.Д., Мельниченко В.М., Павлишин А.В.Болезнь Прингла – Бурневиля // Украинский журнал дерматології, венерології, косметології. – №3. – вересень 2004. – С.36 – 38.
6. Куклин, И.А., Болезнь Прингла-Бурневилля: диагностика на стыке дисциплин / И.А.Куклин, Ю.В.Кеникфест, Н.В.Волкова, А.И.Толстая, Ю.М.Бочкарев, Л.К.Глазкова, О.Г.Римар, Н.Е.Крупина // Современные проблемы дерматовенерологии, иммунологии и врачебной косметологии. – № 4. – 2010. – С. 51–58
7. Важбин Л.Б., Белова Н.И., Лезвинская Е.М., П.В. Стрибук Е.М. / Туберозный склероз // Российский журнал кожных и венерических болезней № 1. – 2013. – С. 5–9.
8. Мордовцев В.Н. Наследственные болезни и пороки развития кожи: Атлас / В.Н. Мордовцев, В.В. Мордовцева, В.В. Мордовцева. – М.: Наука, 2004. – С.40–42.
9. Прохоренков В.И., Прохоренкова А.С., Гузей Т.Н. и др. Клинический случай тяжелой формы семейного туберозного склероза // Клиническая дерматология и венерология № 3. – 2014. – С. 21–27.
10. Bottyán K., Kemény L., Csoma Z.R. Successful treatment of facial angiofibromas with local sirolimus in childhood in Bourneville-Pringle disease. Orv Hetil. 2019 Mar; 160 (13) :516-520. doi: 10.1556/650.2019.31244.

Контакты авторов:

Тарасенко Г.Н.

e-mail: drtarasenko@yandex.ru

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 616.085:616.5

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.93.81.003

© Коллектив авторов, 2024

Шади Х.Р.Сарсур¹, Руднева Н.С.^{1,2}

РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АДАЛИМУМАБА И ИКСЕКИЗУМАБА В ЛЕЧЕНИИ ПСОРИАЗА

¹ ГУЗ «Тульский областной клинический кожно-венерологический диспансер» Минздрава Тульской области, Тула, Россия² ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Аннотация. Цель – определение клинической эффективности применения адалимумаба и иксекизумаба в лечении псориаза. Материалы и методы: В исследовании приняли участие 140 пациентов из них 87 (62,14%) мужчин и 53 (37,86%) женщины в возрасте 18-60 лет (средний возраст 38,2±11,7 лет). Эффективность терапии оценивали через 4, 8, 12, 52 недели и 2 года. Оценка тяжести псориаза проводилась определением индекса PASI, BSA, sPGA. Оценка качества жизни участников исследования проводилась определением ДИКЖ, госпитальной шкалы тревоги и депрессии HADS. Результаты. Исследование закончили все 140 пациентов. На 12-й неделе терапии полная клиническая ремиссия была достигнута у 40% пациентов, получавших иксекизумаб. В группе пациентов, получавших адалимумаб, полная ремиссия была достигнута у 7%. Обсуждение. Иксекизумаб показал более высокие показатели эффективности в лечении вульгарного псориаза, чем адалимумаб, в связи с чем может быть рекомендован для лечения вульгарного псориаза.

Ключевые слова: псориаз, генно-инженерные препараты, эффективность, ремиссия.

Shadi H.R. Sarsur¹, Rudneva N.S.^{1,2}

RESULTS OF COMPARING THE EFFECTIVENESS OF ADALIMUMAB AND IXEKIZUMAB IN THE TREATMENT OF PSORIASIS

¹ Tula Regional Clinical Dermatovenereological Dispensary, Tula, Russia² Tula State University, Tula, Russia.

Abstract. The study aims - determination of the clinical efficacy of adalimumab and ixekizumab in the treatment of psoriasis. Materials and methods. 140 patients participated in the study, including 87 (62.14%) men and 53 (37.86%) women aged 18-60 years (average age 38.2±11.7 years). The effectiveness of therapy was evaluated after 4, 8, 12, 52 weeks and 2 years. Assessment of the severity of psoriasis was carried out by determining the PASI, BSA, sPGA index. Results. All 140 patients completed the study. At the 12th week of therapy, complete clinical remission was achieved in 40% of patients treated with ixekizumab. In the group of patients receiving adalimumab, complete remission was achieved in 7%. Discussion. Ixekizumab has shown higher efficacy rates in the treatment of vulgar psoriasis than adalimumab, and therefore may be recommended for the treatment of vulgar psoriasis.

Keywords: psoriasis, genetically engineered drugs, efficacy, remission.

ВВЕДЕНИЕ

Псориаз хроническое неинфекционное заболевание аутоиммунной природы, для которого характерно преимущественное поражение кожи. Выделяют несколько клинических форм псориаза – обычный (вульгарный, бляшечный), себорейный, каплевидный, пустулезный (болезнь Цумбуша, ладоней и подошв Барбера, акродерматит Аллопо), инверсный, эритродермия, псориаз артрита [1].

Псориаз запускается, когда генетические факторы и факторы окружающей среды активируют плазмацитоидные дендритные клетки, что приводит к выработке многочисленных провоспалительных цитокинов, включая фактор некроза опухоли ФНО- α , интерферон (IFN)- γ , интерлейкин (IL)-17, ИЛ-22, ИЛ-23 и ИЛ-1 β . Многие из этих цитокинов стимулируют гиперпролиферацию кератиноцитов, которая поддерживает хроническое воспаление [2].

При псориазе повышенные уровни провоспалительных цитокинов обнаруживаются не только

на поверхности пораженной кожи, но и в крови [3]. Системное повышение уровня этих цитокинов способствует хроническому субклиническому воспалению (бессимптомное воспаление, которое со временем может привести к повреждению тканей), связанному с сопутствующими заболеваниями, которые непропорционально активности псориаза поражают пациентов с псориазом, включая псориаз артрита (ПсА), сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), сахарный диабет, ожирение, воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) неалкогольная жировая дистрофия печени [4].

Исторически псориаз считался заболеванием, поражающим только кожу, базовой терапией которого являются наружное лечение и фототерапия [5]. С учетом недавних достижений в понимании воспалительной природы псориаза исследовательские усилия были сосредоточены на выяснении роли специфических провоспалительных цитокинов, которые участвуют в патогенезе заболевания, с целью разработки новых целенаправленных методов лечения [6].

Предполагается, что раннее системное лечение, направленное на снижение уровня провоспалительных цитокинов, связанных с патогенезом псориаза, не только улучшит кожный процесс, но и уменьшит системное воспаление, следовательно, улучшит долгосрочные – отдаленные результаты за счет уменьшения активности ключевых эффекторов [7, 8]. Адалимумаб, будучи рекомбинантным моноклональным антителом, селективно связывается с ФНО- α , блокируя его биологическую активность посредством блокады взаимодействия с чувствительными к нему клеточными рецепторами p55 и p75. Интерлейкин 17 (ИЛ-17) играет ключевую роль в пролиферации и активации кератиноцитов, что лежит в основе развития псориаза и псориатического артрита. Иксекизумаб блокирует ИЛ-17, связываясь с ним селективно, за счет чего не происходит взаимодействия данного цитокина с чувствительным к нему рецептором. В этом исследовании проводится оценка эффективности биологической терапии псориаза на примере адалимумаба и иксекизумаба.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Участниками исследования стали 140 пациентов из них 87 (62,14%) мужчин и 53 (37,86%) женщины в возрасте 18-60 лет (средний возраст $38,2 \pm 11,7$ лет). У всех пациентов на момент начала исследования уже подтвержденный диагноз вульгарный псориаз средней и тяжелой степени тяжести. Все пациенты дали информированное добровольное согласие на участие в исследовании. Участников исследования рандомно разделили на две равные группы по 70 пациентов. Пациенты первой группы получали терапию препаратом адалимумаб. Пациенты второй группы получали лечение препаратом иксекизумаб. Оценка эффективности лечения проводили на 4, 8, 12, 56 неделе лечения и через 2 года.

Всем участникам исследования определяли антропометрические данные: рост, вес, окружность талии, объем бедер, а также проводился расчет индекса массы тела ИМТ. Оценка тяжести псориаза проводилась определением индекса PASI, BSA, sPGA. Оценка качества жизни участников исследования проводилась определением ДИКЖ, госпитальной шкалы тревоги и депрессии HADS.

Все участники исследования проходили обследование согласно Российским клиническим рекомендациям по диагностике и лечению псориаза: клинический анализ крови, клинический анализ мочи, биохимический анализ крови, гепатиты, ВИЧ, сифилис. Общеклинические анализы проводились один раз в две недели.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследование завершили все 140 участников. Все участники исследования рандомно были разделены на две группы. В первую группу, получавшую лечение препаратом адалимумаб, вошли 42 мужчины и 28 женщин. Во вторую группу, получавшую лечение иксекизумабом, вошли 45 мужчин и 25 женщин. Характеристика участников исследования по тяжести течения псориаза приведена в табл. 1.

Средние значения индексов PASI, BSA и sPGA были равны $25,1 \pm 11,4$, $32,1 \pm 10,4$ и $4,2 \pm 2,1$, соответственно. Такие показатели индексов соответствовали средней (у 104 (74,29%) пациентов) и тяжелой (у 36 (25,71%) пациентов) степени тяжести.

В результате проводимой терапии на 4-й неделе лечения незначительное улучшение, то есть PASI 50, было достигнуто у 34/70 (49%) пациентов первой группы, получавших лечение препаратом адалимумаб и у 37/70 (53%) пациентов второй группы, получавших лечение препаратом иксекизумаб. PASI 75, то есть значительное улучшение, было достигнуто у 14/70 (20%) первой группы и у 17/70 (24%) па-

Таблица 1

Характеристика участников исследования по тяжести течения псориаза

Показатель	Группа 1	Группа 2
Возраст	$27,3 \pm 12,4$ лет	$31,9 \pm 11,8$ лет
Мужчины/женщины, n (%)	42/28 (60%/40%)	45/25 (64,29%/35,71%)
Средняя степень тяжести, n (%)	52 (47,71%)	57 (52,29%)
Тяжелая степень, n (%)	15 (48,39%)	16 (51,61%)
Продолжительность полной ремиссии болезни (недели)	$20,4 \pm 2,1$	$18,9 \pm 4,2$
PASI, M \pm σ	$24,2 \pm 10,3$	$25,2 \pm 9,4$
BSA, M \pm σ	$31,4 \pm 11,2$	$32,5 \pm 10,3$
sPGA, M \pm σ	$4,2 \pm 1,2$	$4,3 \pm 1,3$

циентов второй группы. PASI 50 не достигли 22/70 (31%) пациентов первой группы и 16/70 (23%) пациентов второй группы. PASI 90 в обеих группах исследования не достигнуто ни у кого (рис. 1).

К 8-й неделе терапии PASI 50 было достигнуто у 38/70 (54%) пациентов первой группы (адалимумаб) и 17/70 (24%) пациентов второй группы (иксекизумаб). PASI 75 было достигнуто у 21/70 (30%) пациентов первой группы и 11/70 (16%) пациентов второй группы. 42/70 (60%) пациентов второй группы уже на 8-й неделе терапии достигли PASI 90, что говорит о клиническом выздоровлении и регрессии заболевания, в то время как в первой группе PASI 90 было достигнуто только у 11/70 (16%) пациентов.

На 12-й неделе терапии PASI 75 было достигнуто у 37/70 (53%) пациентов первой группы и у 8/70 (11%) пациентов второй группы. PASI 90 было достигнуто у 28/70 (40%) пациентов первой группы и у 31/70 (44%) пациентов второй группы. Было отмечено, что PASI 100 было достигнуто у 5/70 (7%) пациентов первой группы, в то время как во второй группе PASI 100 было достигнуто 31/70 (44%) пациентов (рис. 3).

К 8-й неделе лечения отмечалось снижение среднего значения показателей индекса PASI в первой группе с $24,2 \pm 10,3$ до $14,2 \pm 6,3$ ($p < 0,01$), к 12-й неделе лечения – до $8,4 \pm 5,1$ ($p < 0,01$), что говорит о достижении клинической ремиссии заболевания. Также отмечалось сокращение площади поражен-

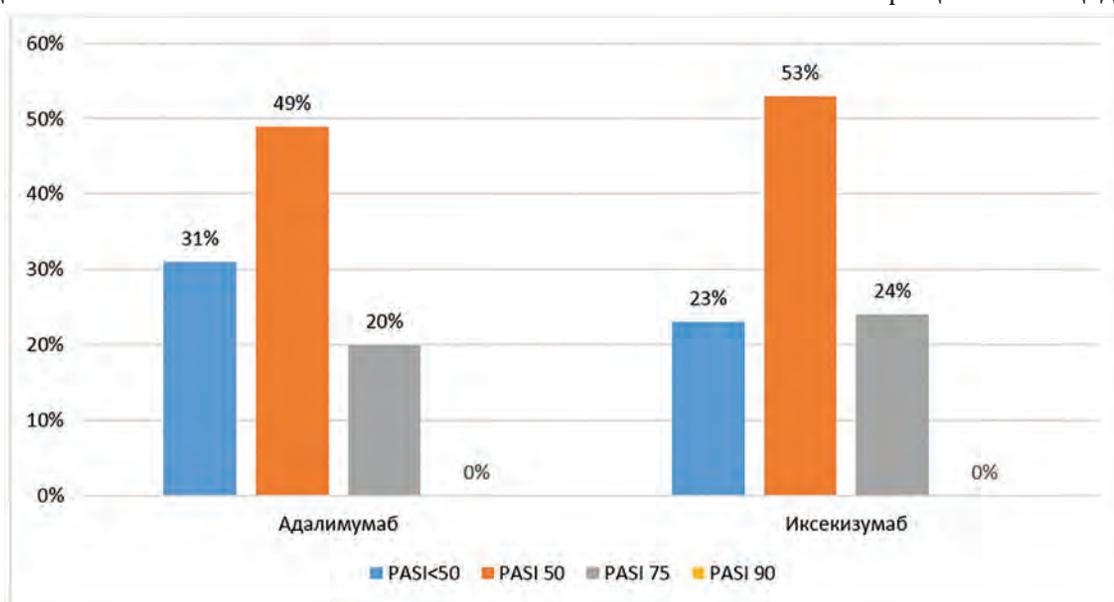


Рис. 1. Результаты клинической эффективности препаратов на 4-й неделе терапии

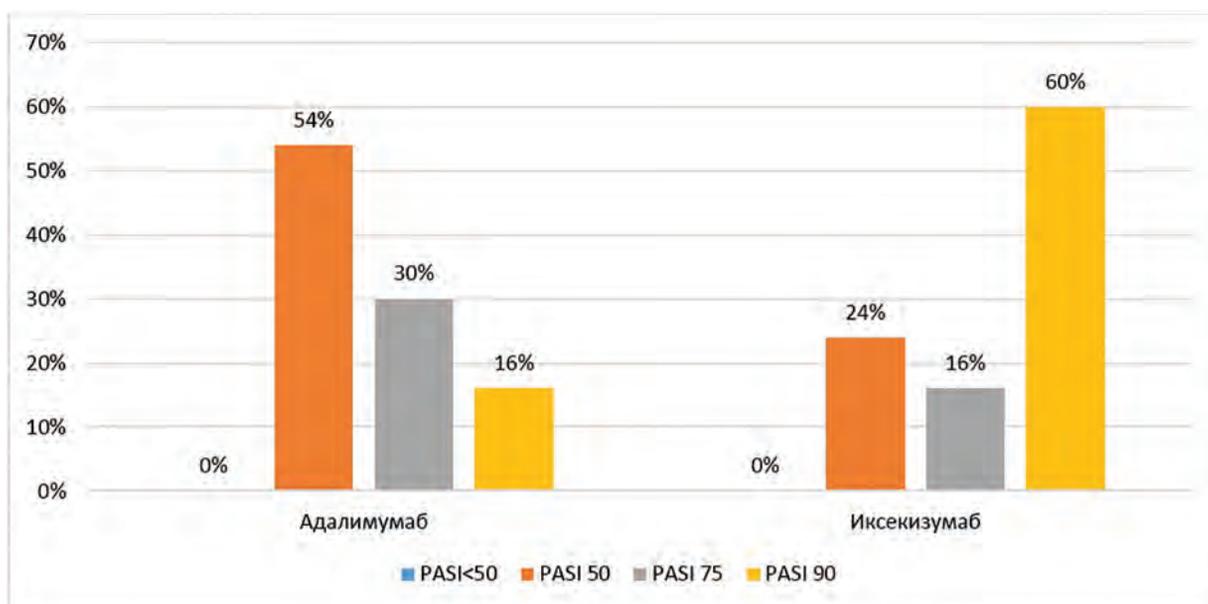


Рис. 1. Результаты клинической эффективности препаратов на 8-й неделе терапии

ных псориазом кожных покровов (индекс BSA). К 8-й неделе терапии среднее значение индекса BSA снизилось с $31,4 \pm 11,2$ до $17,4 \pm 5,8$ ($p < 0,01$), к 12-й неделе терапии – до $13,9 \pm 10,8$ ($p < 0,01$). Также отмечалось снижение показателей sPGA с $4,2 \pm 1,2$ до $2,6 \pm 0,42$ ($p < 0,05$) на 8-й неделе терапии. На 12-й неделе терапии средние значения показателей sPGA составили $1,7 \pm 0,82$ ($p < 0,01$) (рис. 4).

У пациентов второй группы (иксекизумаб) на 8-й неделе терапии средние значения показателей индекса PASI снизились с $25,2 \pm 9,4$ до $9,3 \pm 6,7$ ($p < 0,01$). К 12-й неделе терапии средние показатели индекса PASI составили $5,8 \pm 3,9$ ($p < 0,01$). Также отмечалось выраженное снижение общей площади пораженных кожных покровов. Среднее значение индекса

BSA снизилось с $32,5 \pm 10,3$ до $16,2 \pm 10,1$ ($p < 0,01$) к 8-й неделе терапии. К 12-й неделе терапии среднее значение данного показателя составило $10,4 \pm 4,2$ ($p < 0,01$). Также отмечалось снижение средних значений показателей sPGA. К 8-й неделе терапии его среднее значение снизилось с $4,3 \pm 1,3$ до $2,1 \pm 0,54$ ($p < 0,05$). На 12-й неделе терапии его среднее значение снизилось до $1,1 \pm 0,72$ ($p < 0,05$) (рис. 5).

Учитывая полученные данные, более эффективное снижение показателей индексов PASI, BSA и sPGA отмечалось во второй исследовательской группе, получавшей иксекизумаб в сравнении с группой, получавшей адалимумаб. Такие данные свидетельствуют о полном регрессе псориаза, исчезновении клинических проявлений заболева-

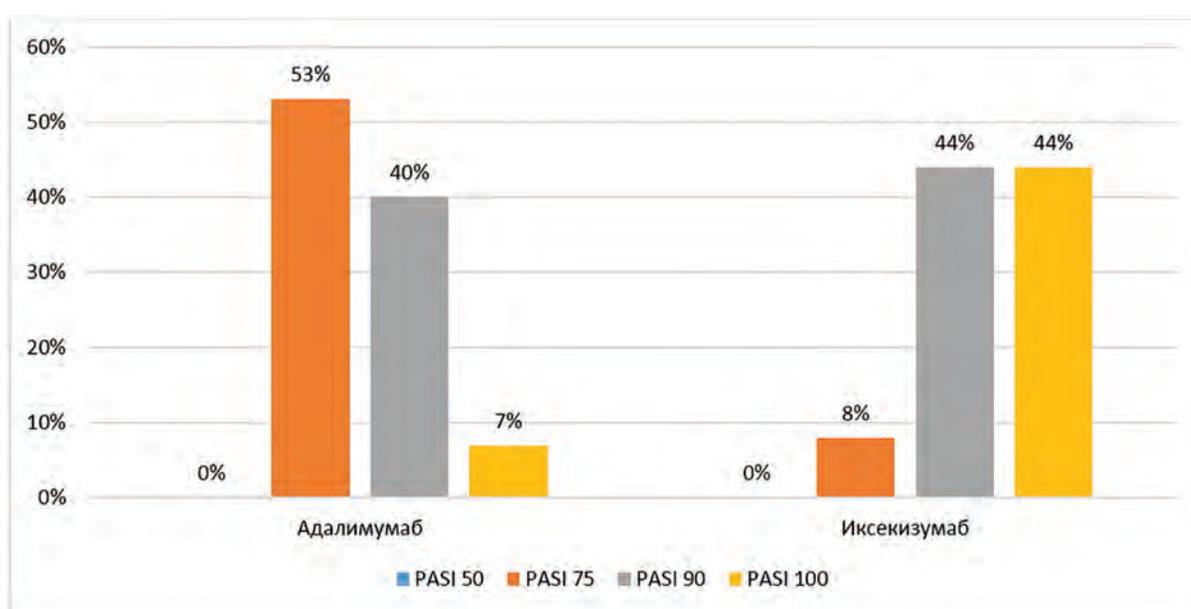


Рис. 3. Результаты клинической эффективности препаратов на 12-й неделе терапии

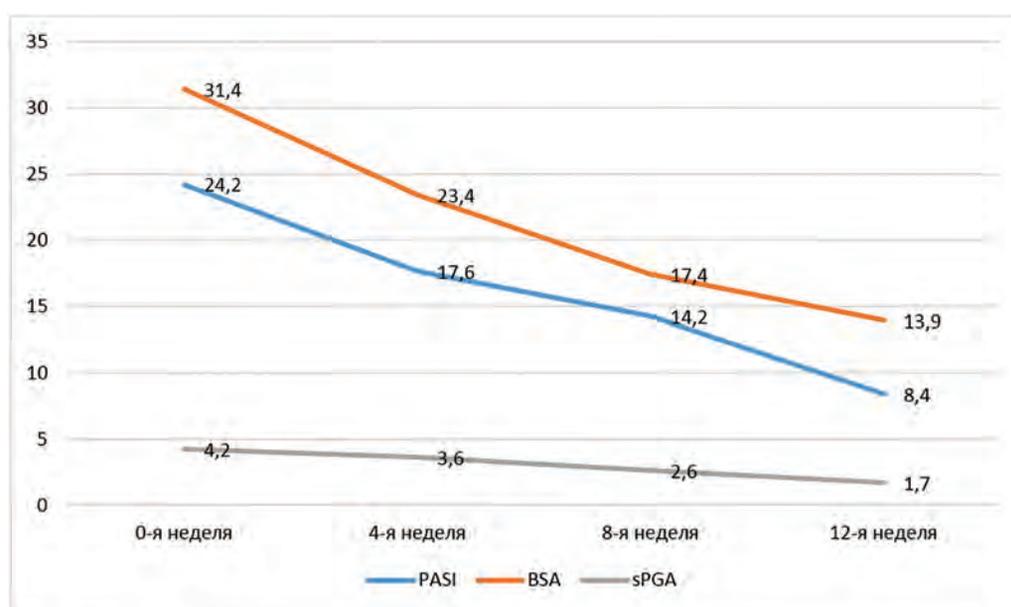


Рис. 4. Динамика показателей индексов PASI, BSA и sPGA в первой группе на фоне терапии

ния у исследуемых пациентов. Главным критерием эффективности проводимой терапии псориаза является достижение PASI 100, то есть достижение полной клинической ремиссии заболевания и очищение кожных покровов пациентов, в том числе и в участках проблемной локализации сыпи – кожные складки, волосистая часть головы.

За участниками исследования проводилось наблюдение в течение 2 лет от начала исследования.

За участниками исследования проводилось наблюдение в течение двух лет от начала лечения. Для оценки эффективности терапии учитывались данные анамнеза, указывающие на частоту рецидивов псориаза. Продолжительность полной клинической ремиссии до начала исследования в первой

группе составляла $20,4 \pm 2,1$ недели, что составляет $5,1 \pm 2,3$ месяца. Во второй группе период полной клинической ремиссии длился в течение $18,9 \pm 4,2$ недель, что составляет $4,7 \pm 1,6$ месяца. Было установлено, что период полной клинической ремиссии в первой группе (адалимумаб) увеличился почти в три раза и составил $52,51 \pm 2,3$, т. е. $13,2 \pm 1,5$ месяца. Во второй группе длительность полной ремиссии увеличилась в пять раз и составила $93,6 \pm 3,1$ недель, что составляет $23,5 \pm 1,7$ месяца.

Сравнительный анализ эффективности проводимого лечения представлен на рисунке 6.

В отдаленном периоде никаких последствий от применения адалимумаба и иксекизумаба выявлено не было.

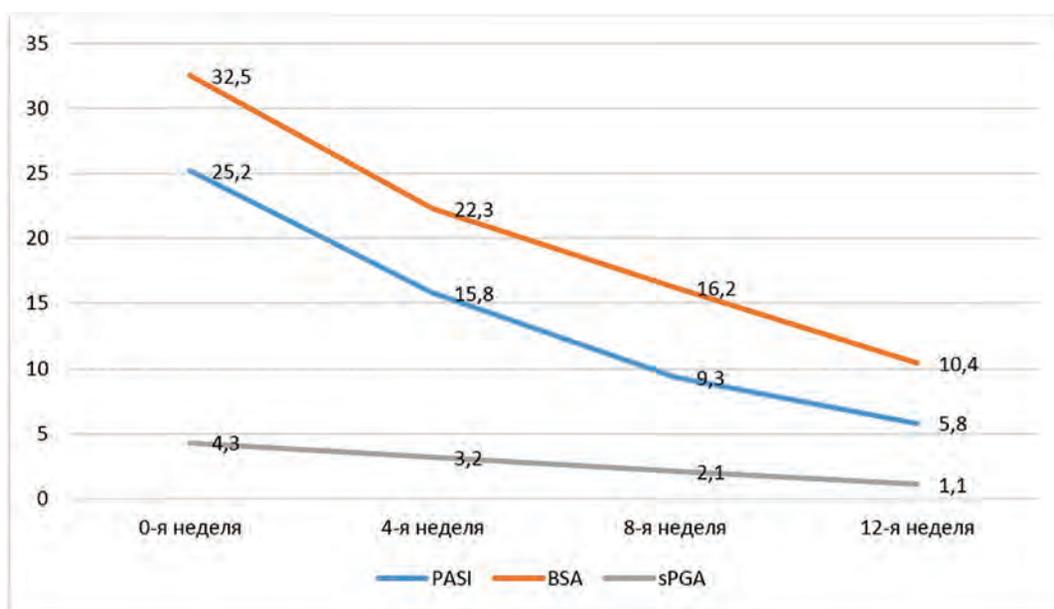


Рис. 5. Динамика показателей индексов PASI, BSA и sPGA во второй группе на фоне терапии

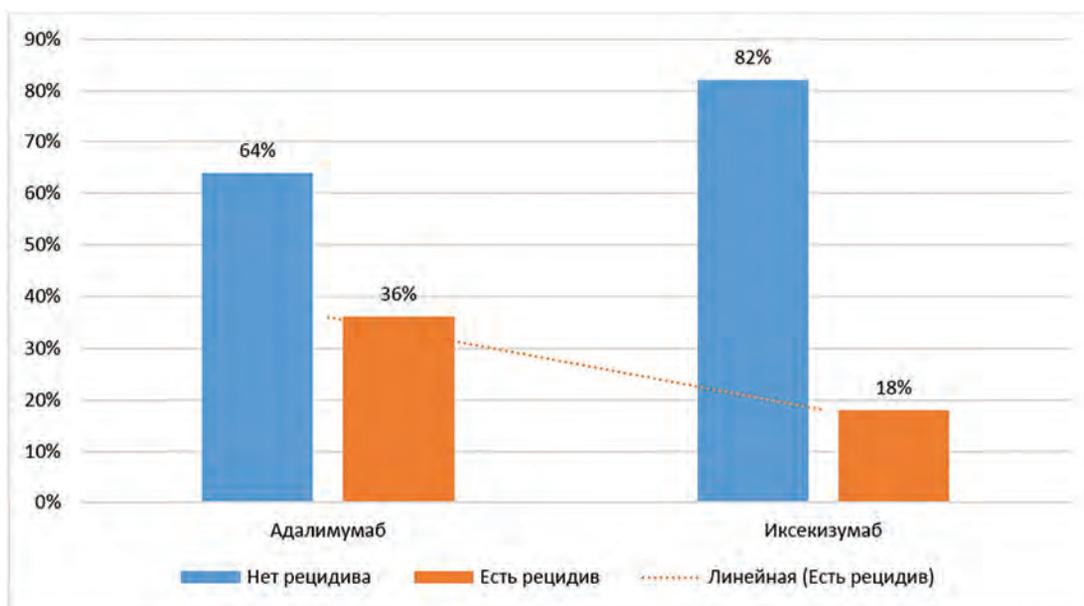


Рис. 6. Характеристика количества рецидивов в течение двух лет (%)

Кунгуров Н.В. и соавт. (2020) описали клинический случай пациентки с крайне неблагоприятным вариантом течения заболевания, резистентным к стандартным методам лечения и демонстрирующим недостаточную и краткосрочную эффективность применения генно-инженерных биологических препаратов, ответившей на лечение препаратом иксекизумаб [9].

Коротаева Т.В. (2020) также проведено рандомизированное плацебо-контролируемое исследование прямого сравнения иксекизумаба и адалимумаба [10]. Продемонстрировано преимущество иксекизумаба по сравнению с адалимумабом в одновременном снижении активности артрита и псориаза, а также сопоставимая эффективность данных препаратов в отношении суставных проявлений псориатического артрита. Применение иксекизумаба по сравнению с адалимумабом сопровождалось более частым достижением пациентами с псориатическим артритом комбинированной конечной точки, включавшей признаки поражения суставов и кожи, а также меньшей частотой нежелательных явлений у больных с активным псориатическим артритом с предшествующей неэффективностью системных биологических препаратов.

Reich K. с соавт. (2022) провели исследование с целью сравнения эффективности адалимумаба и иксекизумаба. Авторы установили, что иксекизумаб обладал более высокой эффективностью, чем адалимумаб, в одновременном достижении ACR50 и PASI100 при 24 и 52-недельном наблюдении у пациентов с псориатическим артритом и псориазом средней и тяжелой степени. Пациенты, получавшие Иксекизумаб, сообщали о минимальном влиянии на качество жизни или его отсутствии в период проведения исследования [11].

Таким образом, в результате проведенного исследования было установлено, что при применении в лечении пациентов с псориазом иксекизумаба значительно быстрее достигается полная клиническая ремиссия заболевания (на 12-й неделе PASI 100% у 44% пациентов), в то время как у пациентов, получавших адалимумаб полная клиническая ремиссия была достигнута значительно меньше (PASI 100% достигнуто у 7% пациентов). Полученные данные свидетельствуют о большей эффективности препарата иксекизумаб в лечении больных вульгарным псориазом средней и тяжелой степени, способствующего достижению индекса PASI \geq 90 в более короткие сроки в сравнении с препаратами адалимумаб.

Литература

1. Parisi R., Iskandar I.Y.K., Kontopantelis E., Augustin M., Griffiths C.E.M., Ashcroft D.M.; Global Psoriasis Atlas. National, regional, and worldwide epidemiology of psoriasis: systematic analysis and modelling study. *BMJ*. 2020;369:m1590. doi: 10.1136/bmj.m1590.
2. Grän F., Kerstan A., Serfling E., Goebeler M., Muhammad K.Grän F., et al. Current Developments in the Immunology of Psoriasis. *Yale J Biol Med*. 2020 Mar 27;93(1):97-110.
3. Raharja A., Mahil S.K., Barker J.N., Raharja A. et al. Psoriasis: a brief overview. *Clin Med (Lond)*. 2021 May;21(3):170-173. doi: 10.7861/clinmed.2021-0257.
4. Hawkes J.E., Chan T.C., Krueger J.G., "Psoriasis pathogenesis and the development of novel targeted immune therapies," *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 140, no. 3, pp. 645–653, 2017.
5. Singh R., Koppu S., Perche P.O., Feldman S.R., Singh R., et al. The Cytokine Mediated Molecular Pathophysiology of Psoriasis and Its Clinical Implications. *Int J Mol Sci*. 2021;22(23):12793. doi: 10.3390/ijms222312793.
6. Gianfredi V., Casu G., Bricchi L., Kacerik E., Rongioletti F., Signorelli C., Gianfredi V., et al. Epidemiology of psoriasis in Italy: burden, cost, comorbidities and patients' satisfaction. *Acta Biomed*. 2022;93(6):e2022332. doi: 10.23750/abm.v93i6.13177.
7. Loft N., Skov L., Richardson C., Trivedi V., Alarcon I., Egeberg A., Loft N, et al. A nationwide population-based cohort study of the incidence of severe and rare infections among adults with psoriasis in Denmark. *Br J Dermatol*. 2022;187(3):353-363. doi: 10.1111/bjd.21595.
8. Grodner C., Sbidian E., Weill A., Mezzarobba M., Grodner C., et al. Epidemiologic study in a real-world analysis of patients with treatment for psoriasis in the French national health insurance database. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2021;35(2):411-416. doi: 10.1111/jdv.16566.
9. Кунгуров Н.В., Кениксфест Ю.В., Гришаева Е.В., Кохан М.М. Клинический опыт применения препарата иксекизумаб в терапии пациентки с тяжелым псориазом и псориатическим артритом, резистентными к терапии. *Лечащий врач*. 2020. № 5. С. 42.
10. Коротаева Т.В. Результаты прямого сравнения клинической эффективности иксекизумаба и адалимумаба: данные исследования SPIRIT H2H. *Современная ревматология*. 2020. Т. 14. № 3. С. 50-56.
11. Reich K., Kristensen L.E., Smith S.D., Rich P., Sapin C., Leage S.L., McKenzie R., Schuster C., Riedl E., Gooderham M., Reich K., et al. Efficacy and Safety of Ixekizumab Versus Adalimumab in Biologic-naïve Patients With Active Psoriatic Arthritis and Moderate-to-severe Psoriasis: 52-week Results From the Randomized SPIRIT-H2H Trial. *Dermatol Pract Concept*. 2022;12(2):e2022104. doi: 10.5826/dpc.1202a104.

Контакты авторов:

Руднева Н.С.

e-mail: natalya.rudneva@tularegion.ru

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 001.891:617.73

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.27.74.004

© Коллектив авторов, 2024

Алиева Г.В.¹, Гараева Г.Г.²

ИЗМЕНЕНИЯ СОСУДИСТОЙ СТРУКТУРЫ СЕТЧАТКИ И БИОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ КРОВИ У БЕЛЫХ КРЫС НА МОДЕЛИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

¹ Центральная госпиталь Вооруженных сил Азербайджана, Баку, Азербайджан² Научно-Исследовательский Центр Азербайджанского Медицинского Университета, Баку, Азербайджан

Аннотация. В лечении артериальной гипертензии достигнуты большие успехи. Однако несмотря на то, что новые технологии проложили дорогу практической медицине, число смертей и инвалидности от болезней сердечно-сосудистой системы продолжает увеличиваться. Среди этих патологий важное место занимает артериальная гипертензия. Цель исследования: Определить корреляционную связь между изменениями содержания креатинина, мочевины, остаточного азота, активности ферментов креатинфосфокиназы и лактат-дегидрогеназы в крови в начальной стадии артериальной гипертензии и сосудистой структуры сетчатки. Исследования проведены на 15 кроликах породы шиншилла массой 3-4 кг, которые были разделены на 3 группы по 5 голов в каждой. Концентрацию креатинина, мочевины, ОА, активности КФК и ЛДГ в крови определяли с помощью наборов реагентов производства компании Нитан на полуавтоматическом приборе «BioScreen-2000» производства США. Из анализа результатов наших экспериментов можно сделать вывод, что кратковременное введение в организм эргометрина малеата умеренно повышает артериальное давление. Соответственно, достоверно возросли концентрации в крови креатинина, мочевины, ОА, КФК и ЛДГ. Количество креатинина в крови увеличилось на 9,5%, количество ОА на 17%, активность КФК на 14%, активность ЛДГ на 18,5%.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, креатинин, мочевина, остаточный азот, сетчатка, ретинопатия.

Aliyeva G.V.¹, Garayeva G.G.²

CHANGES IN THE VASCULAR STRUCTURE OF THE RETINA AND BIOCHEMICAL MARKERS OF BLOOD IN WHITE RATS ON A MODEL OF SHORT-TERM ARTERIAL HYPERTENSION

¹ Central Hospital of the Armed Forces of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan² Scientific Research Center of the Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Abstract. Great success has been achieved in the treatment of hypertension. However, despite the fact that new technologies have paved the way for practical medicine, the number of deaths and disabilities from diseases of the cardiovascular system continues to increase. Among these pathologies, arterial hypertension occupies an important place. The aim of the study was to determine the correlation between changes in creatinine, urea, residual nitrogen, activity of creatine phosphokinase and lactate dehydrogenase enzymes in the blood at the initial stage of arterial hypertension and the vascular structure of the retina. The studies were conducted on 15 Chinchilla rabbits weighing 3-4 kg, which were divided into 3 groups of 5 heads each. The concentration of creatinine, urea, OA, CK and LDH activity in the blood was determined using reagent kits manufactured by Human on a semi-automatic device "BioScreen-2000" manufactured in the USA. From the analysis of the results of our experiments, it can be concluded that short-term administration of ergometrine maleate into the body moderately increases blood pressure. Accordingly, the concentrations of creatinine, urea, OA, CK and LDH in the blood significantly increased. The amount of creatinine in the blood increased by 9.5%, the amount of OA by 17%, the activity of CK by 14%, the activity of LDH by 18.5%.

Keywords: arterial hypertension, creatinine, urea, residual nitrogen, retina, retinopathy.

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) – широко распространенное заболевание среди населения, вызывающее обострение ряда сопутствующих заболеваний. Указанная патология играет важную роль в этиологии инсульта, инфаркта миокарда, хронической почечной недостаточности и ретинопатии. Высокая частота летальных исходов и инвалидности вследствие осложнений этого заболевания делает артериальную гипертензию центром внимания медицинского сообщества. В литературных источниках содержатся сведения о многочисленных исследованиях, проведенных

в направлении изучения этиологии, патогенеза и лечения артериальной гипертензии. Из этих данных видно, что изучению этиологии и патогенеза АГ посвящено большое количество научных работ и на основе полученных результатов сформирована определенная концепция.

В то же время в лечении АГ достигнуты большие успехи. Однако несмотря на то, что новые технологии проложили дорогу практической медицине, число смертей и инвалидности от болезней сердечно-сосудистой системы продолжает увеличиваться. Среди этих патологий важное место занимает АГ.

Ведущую роль в неудовлетворительном прогнозе заболеваний сердечно-сосудистой системы играет АГ [1]. Нарушая упорядоченный ход обменных процессов в организме, АГ вызывает определенные изменения зрения наряду с другими физиологическими функциями. В связи с этим мы сочли целесообразным изучить взаимодействие ряда биохимических маркеров крови на изменения сосудистой структуры сетчатки у белых крыс, на модели АГ. После введения эргометрина малеата в ушную вену кроликов породы шиншилла (в дозе на кг веса) в крови определяли артериальное давление, количество креатинина, мочевины, остаточного азота (ОА), активность ферментов креатинфосфокиназы (КФК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ). Также определяли и изучали сосудистую структуру сетчатки. Установлено, что на начальных стадиях артериальной гипертензии имело место незначительные изменения количества определяемых нами биомаркеров в крови и сосудистой структуры сетчатки. Изменения сосудистой структуры сетчатки были пропорциональны изменению количества биомаркеров в крови.

За последнее десятилетие увеличилось число повреждений сетчатки. АГ играет важную роль в этиологии данной патологии, так как в основе АГ лежат два из 3-х основных признаков ретинопатии (нарушение проницаемости сосудов и сужение просвета). Клинические наблюдения показали, что длительная АГ поражает сетчатку и в большинстве случаев приводит к потере зрения.

На сегодняшний день широкая распространенность АГ в популяции увеличивает риск более частого возникновения этого вида ретинопатии. Это мнение подтверждается докладом Всемирной организации здравоохранения, проведенным в Женеве в 2013 г. [2]. В отчете показано, что миллионы людей на планете страдают от ретинопатии из-за гипертонии.

По статистике последних лет у 41,5-75,95% больных гипертонической болезнью наблюдается осложнение ретинопатией [3-5].

Rao et al., (2016) с развитием ретинопатии АГ обнаружили корреляцию между общим холестерином, холестерином низкой плотности и триглицеридами в крови [3]. Однако были проведены исследования по изучению коррелятивной связи между другими биохимическими маркерами и сетчаткой.

Цель исследования

Определить корреляционную связь между изменениями содержания креатинина, мочевины, остаточного азота, активности ферментов креатинфосфокиназы и лактатдегидрогеназы в крови

в начальной стадии артериальной гипертензии и сосудистой структуры сетчатки.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на 15 кроликах породы шиншилла массой 3-4 кг, которые были разделены на 3 группы по 5 голов в каждой. Эксперименты проводились в строгом соответствии с рекомендациями Европейского биоэтического комитета по обращению с экспериментальными животными.

1-я группа – интактное состояние, 2-я и 3-я группы – внутривенное введение эргометрина малеат животным соответственно в течение 3-х и 5-ти дней.

Подопытных животных содержали в виварии в одинаковых условиях при температуре 20°C и подкармливали одним и тем же рационом.

У подопытных животных артериальное давление измеряли с помощью тонометра. Концентрацию креатинина, мочевины, ОА, активности КФК и ЛДГ в крови определяли с помощью наборов реагентов производства компании Human на полуавтоматическом приборе «BioScreen-2000» производства США.

Строение сосудов в сетчатке глаза (определение общей площади микроциркуляторной сети (МЦС), количества и диаметра функциональных гемокпилляров, количества и размера артерий среднего диаметра (АСД)) изучали методом Автандилова и методом морфометрии.

Статистическая значимость различий, полученных в результате экспериментов, рассчитывали на персональном компьютере с помощью прикладных программ Microsoft Office Excel – ПО, применением t-критерия Стьюдента и непараметрического U-критерия Уилкоксона–Манна–Уитни на основе современных рекомендаций [7, 8]. Статистическое различие считалось достоверным при значении $p < 0,05$.

Все расчеты выполнены в электронной таблице EXCEL-2010 и пакетной программе SPSS-20, результаты обобщены в таблицах и диаграммах.

Результаты и обсуждения

Установлено, что у интактных кроликов (1-я группа) систолическое давление колебалось в пределах 100-130 мм рт.ст., а диастолическое – в пределах 70-84 мм рт.ст.

Средний уровень давления составлял около 113/75,8 мм рт.ст. Креатинин крови колебался от 70 мг/дл до 84 мг/дл, а концентрация мочевины – от 10 мг/дл до 42 мг/дл. Таким образом, показатель концентрации мочевины между экспериментальными животными варьировало в широких пределах. В отличие от разницы изменения по-

казателя мочевины между экспериментальными животным в крови, активность фермента КФК и ОА изменялась в небольшом интервале. Разница изменения количества ОА составляла 11-18 мг/дл, а изменения концентрации КФК регистрировалась в пределах 15-25 ед/л.

Активность ЛДГ варьировала в широких пределах от 230 до 430 ед/л. Средние количественные показатели указанных биохимических маркеров приведены в таблице 1.

При морфометрии сетчатки обоих глаз подопытных животных были получены следующие результаты.

Установлено, что общая площадь МЦС составляет 4880-6250 мкм², количество функционирующих гемокапилляров – 780-1250, размеры их проницаемости – около 4,0-6,5 мкм.

Общая площадь артерий среднего диаметра и размеры их проницаемости также варьировали в широких пределах. Так, общая площадь артерий среднего диаметра составляет 4800-5600 мкм³, а размер их проницаемости – 150-290 км.

Таким образом, мы определили средние количественные показатели артериального давления, биохимических показателей, характерные для функционального состояния печени, и размеры сосудистой структуры сетчатки у кроликов, входящих в группу 1 (интактное состояние). Данные результатов мы приняли за нормы, которые использовали для сравнения их с последующими результатами.

В результате введения в вену подопытным животным, включенным во 2-ю группу в течение 3-х суток эргометрина малеата уровень артериального давления изменялся умеренно по сравнению с 1-й группой. Систолическое АД увеличилось на 10% до 110-135 мм рт.ст., а диастолическое АД увеличилось на 6% до 78-80 мм рт.ст. На фоне относительно умеренного повышения артериального давления количество креатинина в крови увеличилось на 5% по сравнению с 1-й группой и варьировало в пределах 0,6-1,1 мг/дл, а в среднем достигало 0,88±0,09 мг/дл.

Концентрация мочевины увеличилась на 12% и было в пределах 11-43 мг/дл. Его среднее количество было равно 26±6,69 мг/дл (P<0,05). Существенных изменений в количестве ОА не произошло. Количество мочевины в крови подопытных животных варьировало от 9 до 18 мг/дл. Среднее количество увеличилось всего на 1% по сравнению с уровнем в крови животных 1-й группы и достигло 13,6±1,94 мг/дл. Активность КФК в крови значительно (4%) увеличилась в отличие от ОА. У подопытных животных активность КФК увеличи-

лась с 14 ед/л до 30 ед/л. Его средняя концентрация была равна 20,8±3,02 ед/л (P=0,05). Однако, в отличие от КФК, активность фермента ЛДГ значительно увеличилась (10%) (p=0,05). Его минимальное значение равнялось 250 ед/л, максимальное – 450 ед/л, а среднее равнялось 346±36,14 ед/л. Так, введение раствора эргометрина малеата в вены кроликов породы шиншилла в течение 3-х суток у 80%-ти животных систолического, у 100% кроликов диастолического артериального давления и креатинина, у 80% подопытных животных концентрации мочевины и фермента ЛДГ, у 60% – концентрация ОА и фермента КФК сохранялись в норме. В сетчатке подопытных животных, включенных во 2-ю группу, серьезных изменений не обнаружено. Общая площадь МЦС изменилась в пределах 4900 мкм²- 6300 мкм². Его средний количественный показатель снизился всего на 1% по сравнению с 1-ой группой (P=0,05). У 90% подопытных животных общая площадь микроциркуляторной сети в сетчатке сохранялась в норме. Число функциональных гемокапилляров регистрировали в пределах 800-1200. Среднее число уменьшилось всего на 1% и достигло 979±44,96 по сравнению с интактным состоянием (P=0,05). Их проницаемость уменьшилась на 3% (P=0,05) и колебалась в пределах 4,5-7 единиц. Среднее число приравнялось 5,4±0,27. Однако, в отличие от функциональных гемокапилляров, проницаемость АСД носило умеренный характер. В сетчатке у 80% подопытных животных АСД соответствует интактному состоянию. Размер проницаемости варьировал индивидуально в пределах 140-300 мкм² у каждого подопытного животного. АСД на 1% сужаясь, составил 231±19 мкм², по сравнению с интактным состоянием (P=0,05). Общая площадь АСД у экспериментальных животных колебалась в пределах 4900-5600 мкм². Хотя у 100 % подопытных животных она находилась в пределах нормы, среднее значение общей площади АСД равнялось 5296±70,03 мкм², меньше на 2% (P=0,05) уровня в интактном состоянии.

Таким образом, на основании экспериментальных результатов, мы приходим к выводу, что умеренное повышение артериального давления достоверно повышает концентрацию только мочевины и активность КФК в крови. Несмотря на незначительное изменение сосудистой структуры сетчатки, серьезного патологического состояния не выявлено. Следовательно, можно сделать вывод, что определение количества биохимических маркеров (креатинина, мочевины, ОА, КФК и ЛДГ) в крови на начальной стадии АГ не свидетельствует об изменениях сосудистой структуры сетчатки.

Таблица 1

Средние количественные показатели уровня артериального давления некоторых биохимических показателей крови и структуры сосудов сетчатки интактных кроликов

№	Статистические показатели		Артер.давление		Биохимические показатели					МЦС	Гемокапилляры		АСД		
	Min	Max	М	m	Сист.	Диаст.	Креатинин	мочевина	ОА	КФК	ЛДГ	число	Проницаемость	Диаметр	Общая площадь
1					100	70	70	10	11	15	230	4880	4	150	4800
2					130	84	84	42	18	25	430	6250	6,5	290	5600
3					113	75,8	0,84	29,4	13,8	20	314	5522	5,3	234	5190
4					5,39	2,76	0,09	6,19	1,24	1,70	38,29	164,92	0,28	15,58	90,0

Только повышение концентрации мочевины и активности ЛДГ в крови позволяет прогнозировать вероятность патологического процесса в сосудистой структуре сетчатки. Следовательно, мочевины и ЛДГ в крови могут быть прогностическим критерием о состоянии сосудистой структуры сетчатки.

У подопытных животных, включенных в 3-ю группу, уровень систолического давления повысился на 17% ($P < 0,05$) по сравнению с 1-й группой и на 6% ($P = 0,05$) по сравнению со 2-й группой за счет влияния эргометрина малеата. Среди подопытных животных систолическое давление регистрировали в пределах 110-150 мм рт.ст. Средний уровень был равен $132 \pm 6,82$ мм рт.ст. Уровень диастолического давления варьировал в пределах 70-80 мм рт.ст., а средний количественный показатель составил $74 \pm 2,45$ мм рт.ст., что на 2% выше, чем в 1-й группе, и на 7,5% выше, чем во 2-й группе. Таким образом, по мере увеличения длительности введения эргометрина малеата в организм наблюдалось, немного, повышение систолического и диастолического давлений. Умеренное повышение артериального давления также влияло на результаты анализов биохимических маркеров в крови. Количество креатинина увеличилось на 9,5% по сравнению с 1-й группой и на 4,5% по сравнению со 2-й группой ($P = 0,05$), варьируя в пределах 0,6–1,2 мг/дл и достигнув $0,92 \pm 0,10$ мг/дл. Количество креатинина в крови подопытных животных не превышало нормы. В отличие от креатинина в количестве мочевины наблюдался парадоксальный случай. Так, по сравнению с интактным состоянием количество мочевины в крови уменьшилось на 9,52% ($P = 0,05$). Количество мочевины в крови, взятой у экспериментальных животных, варьировало в широких пределах. Его количество находилось в пределах 11–45 мг/дл, среднее количество равнялось $26,6 \pm 7,06$ мг/дл. Это на 2% выше, чем во 2-й группе ($P = 0,05$). У 80% подопытных животных количество мочевины в крови оставалось в норме. Количество остаточного азота значительно увеличилось. Разница составила 17% по сравнению с интактным состоянием, 19% по сравнению со 2-й группой. Минимальный предел его количества составлял 10 мг/дл, максимальный предел – 21 мг/дл, средняя величина была равна $16,2 \pm 2,2$ мг/дл. Количество ОА в крови у 40% подопытных животных оставалось в норме.

Значительные изменения наблюдались в концентрациях маркеров, характеризующих функциональное состояние печени. Активность КФК в крови подопытных животных регистрировалась от 14 ед/л до 35 ед/л. Его средняя концентрация равнялась

$22,8 \pm 3,97$ ед/л, уровень в крови по сравнению с интактной группой повышался на 14% и 10% ($P = 0,05$) по сравнению со 2-й группой. Всего у 40% подопытных животных показатель КФК в крови находился на нормальном уровне. 60% животных превышали норму. Такие же изменения наблюдались в показателях ЛДГ. Концентрация ЛДГ в крови подопытных животных колебалась в пределах 250-500 ед/л. Его средняя концентрация была равна $372 \pm 47,27$ ед/л, она увеличилась на 18,5% по сравнению с интактным состоянием и на 7,5% по сравнению со 2-й группой. У 60% подопытных животных активность ЛДГ в крови оставалась в норме.

Таким образом, результаты наших экспериментов позволяют сделать вывод о повышении уровня артериального давления по мере увеличения продолжительности внутривенного введения эргометрина малеата. Соответственно увеличивается разница между значениями определяемых нами маркеров в крови и значениями 1-й группы подопытных животных. Так, по сравнению с 1-й группой значения креатинина, мочевины в крови увеличились на 9,5%, значение ОА на 17%, а активности ферментов КФК и ЛДГ повысились на 14 и 18,5% соответственно (табл. 2).

Соответственно умеренному повышению уровня артериального давления и значений биохимических маркеров выявлено определенное изменение сетчатки глаза. Общая площадь МЦС уменьшилась на 7,5% ($P < 0,05$) по сравнению с интактным состоянием и на 6% ($P = 0,05$) по сравнению со 2-й группой. В сетчатке подопытных животных общая площадь микроциркуляторной сети регистрировалась от 470 мкм² до 5500 мкм². Наоборот, количество функционирующих гемокапилляров увеличилось. Эта разница составила 3% ($P = 0,05$) по сравнению с интактным состоянием и 4% ($P = 0,05$) по сравнению со 2-й группой. Среди подопытных животных количество гемокапилляров колебалось в пределах 850-1300 ед, а в среднем составлял $1020 \pm 46,9$ ед. По мере увеличения числа функциональных гемокапилляров увеличивалась и их проницаемость. Так, проницаемости функциональных гемокапилляров расширились на 25% ($P < 0,01$) по сравнению с интактным состоянием и на 21% ($P < 0,05$) по сравнению со 2-й группой.

Результаты, полученные на экспериментальных животных, показали, что размер проницаемости капилляров колебался от 5,3 до 8 мкм. Его средний размер был равен $6,59 \pm 0,32$ мкм. Однако увеличение проницаемости функциональных гемокапилляров было зафиксировано у 40% подопытных животных. У 60% подопытных животных

Таблица 2

Средние значения некоторых биохимических показателей крови и сосудистой структуры сетчатки в зависимости от продолжительности внутривенного введения эргометрина малеата

№	Группы	Статистические показатели		Биохимические показатели					МЦС	Гемокапилляры		ОДА	
		Min	Max	Креатинин	мочевина	ОА	КФК	ЛДГ		число	проницаемость	диаметр	Общая площадь
1	2	Min	0,6	11	9	14	250	4900	800	4,5	140	4900	
2		Max	1,1	43	18	30	450	6300	1200	7	300	5600	
3		M	0,88	26	13,6	20,8	346	5450	979	5,4	231	5296	
4		m	0,09	6,69	1,94	3,02	36,14	155,1	44,96	0,27	19,00	70,09	
2	3	Min	0,6	11	10	14	250	4700	850	5,3	120	4500	
6		Max	1,2	45	21	35	500	5500	1300	8	280	5400	
7		M	0,92	26,6	16,2	27,8	372	5110	1020	6,59	221	5070	
8		m	0,20	7,06	2,20	3,97	47,27	77,75	46,90	0,32	20,57	89,50	

функциональные гемокapилляры в сетчатке сохраняли свои нормальные размеры.

АСД также подверглись соответствующим изменениям. Его общая площадь составила 4500-5400 мкм², а средний размер -5070±89,50 мкм². В результате увеличения продолжительности внутривенного введения эргометрина малеата несколько уменьшилась общая площадь АСД. По сравнению с интактным состоянием уменьшение общей площади артерий среднего диаметра составило 2% (P=0,05) и 4% (P=0,05) по сравнению со 2-й группой. У 80% подопытных животных общая площадь АСД сетчатки сохранялась на нормальном уровне.

Значение АСД варьировало в пределах 120-280 мкм. Его среднее значение было равно 221±20,57 мкм. Внутривенное введение эргометрина малеата в течение 5 дней вызывало заметное сужение АСД. Так, проницаемость АСД в сетчатке у подопытных животных, входящих в 3-ю группу, составил 6% по сравнению с 1-й группой и 4% по сравнению со 2-й группой (P=0,05). У 80% подопытных животных проницаемость АСД сетчатки оставалась на нормальном уровне.

Заключение

Таким образом, из анализа результатов наших экспериментов можно сделать вывод, что кратковременное введение в организм эргометрина малеата умеренно повышает артериальное давление. Соответственно, достоверно возростали концентрации в крови креатинина, мочевины, ОА, КФК и ЛДГ. Количество креатинина в крови увеличивалось на 9,5%, количество ОА на 17%, активность КФК на 14%, активность ЛДГ на 18,5%.

Однако, это изменения наблюдались не у всех экспериментальных животных. За исключением КФК и остаточного азота, значения остальных биохимических показателей у большинства подопытных животных сохранялись на нормальном уровне. Изменения сосудистой структуры сетчатки носили не резкий, а умеренный характер. Так, МЦС уменьшилась на 7,5 % по сравнению с интактным состоянием, общая площадь АСД уменьшена на 2 %, а проницаемость их сужена в 6 раз. Количество функциональных гемокapилляров и их проницаемости расширены. Можно предположить, что это происходит за счет компенсаторной функции организма. Наши результаты показывают, что увеличение количества маркеров в крови коррелирует с изменениями сосудистой структуры сетчатки. В связи с этим можно сказать, что при повышении значений этих маркеров в крови у больных артериальной гипертензией необходимо исследовать сосудистую структуру сетчатки.

Литература

1. Khurana A.R., Khurana B., Chauhan S., et al., Hipertenziv terinopathy an overviyen // Haryana . ophthalmoi 2014. vol VII. P. 64-66.
2. World Health Orqanization. A qlobal brief on hypertension: Silent Killer, qlobal public health crises (World Health Day 2013). Geneva WHO 2013.
3. Rao V.R. R.M., Natarajabooopathi., Kumar K.M.S., Graca V.M.R.J. Hypertensive Retinopathy – Prevalence, Rick Factors and Comorbids. Journal Evolution of Medical and Dental Sciences-Jemids. 2015. №5. P.6872-6874.
4. Нестеров А.П. Изменения глазногодна при гипертонической болезни. РМ. Медицинское обозрение 2019 №9 (1) с.2-12.
5. Автандилов Г.Г. Морфометрия в патологии Москва М. 2002, 304с.
6. Петри А., Сэвин К. Накладная статистике в медицине. // Перовод с англ В.П. Леонова М.: Гэотар Мед. 2009, 168с.
7. Доложников В., Стученков А. Excel Спб, БХБ. Петербург 2008. 544с.
8. Chen X.I., Meng Y., Li J et al., Serum Uric Acid Consentration is Associated With Hypertensive Retion – phaty in Hypertensive Chinese Adults. BMC Ophthalmology 2017; 17.83.

Контакты авторов:

Алиева Г.В.

e-mail: sevda.azmu@bk.ru

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 616.31:616.89

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.49.71.005

© Коллектив авторов, 2024

Гамзатов Р.С.**ОКАЗАНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ
ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИМ БОЛЬНЫМ***Дагестанский государственный медицинский университет, г. Махачкала, Республика Дагестан*

Аннотация. Выполнено обследование 75 пациентов с разными психоневрологическими нарушениями. В зависимости от вида заболевания больные разделены на 3 группы. Первая группа (n=25) – с органическими психическими расстройствами (F00-F09). Вторая группа (n=25) – с психическими расстройствами и изменениями поведения (F10-F19). Третья группа (n=25) – с шизотипическими и бредовыми расстройствами (F20-F29). В работу помимо стандартных методов определены: индекс КПУ; индекс эффективности гигиены полости рта; состояние пародонта; pH слюны; индекс CPITN; сенсорные пороги. Установлено, что стоматологический статус пациентов психоневрологическими расстройствами сопровождается риском стоматологических заболеваний, особенно кариозных и удаленных зубов и травмы пародонта. Клинически они проявляются покрытием зубным камнем и обильным налетом, галитозом, и наличием остатка пищи в межзубных и пришеечных областях. Отмечено существенное изменение индекса эффективности гигиены, показателей ротовой жидкости, наличие подвижности зубов и кровоточивости десен. У психически больных наблюдается снижение порога чувствительности и увлечение сенсорного порога. Применение разнородных психотропных препаратов способно обострению течения стоматологических заболеваний, так как оно ведет к отложению зубного налета и камня и развитию кариеса.

Ключевые слова: психоневрологические нарушения, кариес, периодонтит, пульпит, рот, зуб, слюна.

Gamzatov R.S.**PROVIDING DENTAL CARE TO NEUROPSYCHIATRIC PATIENTS***Dagestan State Medical University, Makhachkala, Republic of Dagestan"*

Abstract. 75 patients with various psycho-neurological disorders were examined. Depending on the type of disease, patients are divided into 3 groups. The first group (n=25) – with organic mental disorders (F00-F09). The second group (n=25) – with mental disorders and behavioral changes (F10-F19). The third group (n=25) – with schizotypal and delusional disorders (F20-F29). In addition to standard methods, the following were determined in the work: CPI index; oral hygiene efficiency index; periodontal condition; saliva pH; CPITN index; sensory thresholds. It has been established that the dental status of patients with psycho-neurological disorders is accompanied by the risk of dental diseases, especially carious and extracted teeth and periodontal trauma. Clinically, they are manifested by the coating of tartar and abundant plaque, halitosis, and the presence of food residue in the interdental and cervical areas. There was a significant change in the hygiene efficiency index, oral fluid indicators, the presence of tooth mobility and bleeding gums. In mentally ill patients, there is a decrease in the threshold of sensitivity and a fascination with the sensory threshold. The use of heterogeneous psychotropic drugs can exacerbate the course of dental diseases, as it leads to the deposition of plaque and calculus and the development of caries.

Keywords: psycho-neurological disorders, caries, periodontitis, pulpitis, mouth, tooth, saliva.

Актуальность

Не вызывает сомнений, что проявление заболеваемости ротовой полости непосредственно зависит от общего состояния организма. Показано, что развитие кариеса увеличивается при некоторых соматических патологиях или при влиянии на организм вредных условий. Обнаружено, что функциональное состояние слюнных желез имеет связь с психоневрологическими болезнями. Установлено, что депрессия центральной нервной системы, в том числе вегетативной нервной системы, считается возможностью развития патологического процесса в полости рта, такими как кариес, пародонтит, и др. При этом отмечено, что клиницисты усматривают, что проявление психических патологий представляется метаболическими изменениями, поражением нервной системы, рас-

стройством эндокринной системы, или влияния других соматических заболеваний [1, 2].

Заслуживает внимания то, что централизованная помощь пациентам с разными психическими заболеваниями в стоматологической клинике к настоящему времени ограничена. В то же время зубоврачебная помощь фактически предоставляется лишь при неотложной ситуации, острой боли, развитии осложнений, помимо отсутствия санации ротовой полости [3].

Представляют интерес данные о том, что пациенты с психоневрологическими нарушениями получают стоматологическое лечение только при неотложной ситуации, с острой болью, наличием осложнений. В то же время данная помощь выполняется без санации полости рта [4].

В результате возрастания заболеваемости пси-

хических патологий проведение стоматологической службы в психиатрических клиниках стало сложным, поэтому часть пациентов общается в стоматологические поликлиники. Практика показала, что врачи-стоматологи не могут оказать профессиональную помощь данной категории пациентов и нуждаются в специальном обучении из-за сложной коммуникации и непредсказуемого поведения [5].

По процессу лечения пациентов с психоневрологическими нарушениями используются разные психотропные средства – антидепрессанты, нормотимики, нейролептики, и др., оказывающие различное влияние на анатомическое и функциональное состояние ротовой полости, вызывая изменение слюноотделения и чувствительности зубочелюстной системы, утяжеление течения стоматологических заболеваний [6].

Несмотря на высокоуровневые возможности в медицинской практике до сих пор патологическое воздействие нервно-психических факторов на структурное и функциональное состояние зубочелюстной системы считается малоизученным. В связи с этим, диагностика, лечение, профилактика, данной категории пациентов остается одним из важных вопросов [7, 8].

Цель исследования

Улучшить стоматологическую помощь пациентам с психоневрологическими нарушениями.

Материалы и методы

Выполнено обследование 75 пациентов с разными психоневрологическими нарушениями.

Критерии включения: пол – мужской и женский; персональное согласие на исследование; возраст 27-65 лет; верификация диагноз «психоневрологические расстройства» по клиническим и инструментальным методам; исполнение исследовательской инструкции; легкие сопутствующие патологии; наличие стоматологических заболеваний (кариеса, периодонтита, пульпита).

Критерии исключения: возраст – младше 27 и старше 65 лет; собственный отказ от исследования; тяжелые сопутствующие заболевания; нарушение врачебной инструкции.

Пациенты исследования в зависимости от вида заболевания разделены на 3 группы. Первая группа (n=25) – с органическими психическими расстройствами (F00-F09). Вторая группа (n=25) – с психическими расстройствами и изменениями поведения (F10-F19). Третья группа (n=25) – с шизотипическими и бредовыми расстройствами (F20-F29).

Для сравнения нормальной психикой обследованы 25 нормальных людей (четвертая, контрольная группа).

Антропометрические показатели выявили, что средний возраст пациентов составил 45,3±5,8 лет (42,8±4,2 года первой группы, 47,2±3,9 лет второй, 48,9±4,2 лет третьей).

Данные физического анализа показали, что мужская часть пациентов исследования составила 51 (68,0%): в первой группе – 16 (64,0%), во второй – 18 (72,0%), в третьей – 17 (68,0%). Женская доля в исследовании была 24 (32,0%): в первой – 9 (36,0%), второй – 7 (28,0%), третьей – 8 (32,0%).

Методы исследования

В работу помимо стандартных методов определены: индекс эффективности гигиены полости рта (ИЭГ) (Podshadley, Haley, (1968)); индекс КПУ (К – количество кариеса; П – число пломб; У – удаленные зубы) (рекомендация ВОЗ); состояние пародонта; pH слюны (аппаратом Electronics India, Model 111E); индекс CPITN (Community Periodontal Index of treatment Needs) (Cutress T.W., Ainamo J., Sardo-Infirri J., 1987); сенсорные пороги (прибор «Сен-соэст» (фирма «Геософт», Россия).

Полученные данные были обработаны критериями Фишера и Стьюдента и выполнены при помощи программы Statistica 7,0 с использованием следующих критериев – Фишера (для непараметрических данных) и корреляционного метода многомерной статистики.

Результаты и обсуждение исследования

При проведении осмотра отмечено, что у пациентов с психоневрологическими нарушениями обнаружены множественные изменения твердых тканей зубной системы – кариес, периодонтит, пульпит (рис. 1).

Заболеваемость кариесом составила 24 (98,0%) у пациентов первой группы, 25 (100,0%) – второй, 23 (92,0%) – третьей, 4 (16,0%) – четвертой. Периодонтит – 20 (80,0%), 22 (88,0%), 18 (72,0%) и 2 (8,0%) соответственно. Пульпит – 15 (60,0%), 12 (48,0%), 16 (64,0%) и 1 (4,0%) соответственно.

При изучении индекса КПУ выявлено, что у пациентов с диагнозом F00-F09 значение данного параметра составило 18,8 баллов, с F10-F19 – 20,6 баллов, а с F20-F29 – 18,9 баллов. При сравнении с контрольной группой (11,5 баллов) индекс КПУ у пациентов психическими расстройствами было достоверно выше на 63,5% (p<0,05) первой группы, 79,1% (p<0,05) – второй, и 64,2% (p<0,05) – третьей (рис. 2).

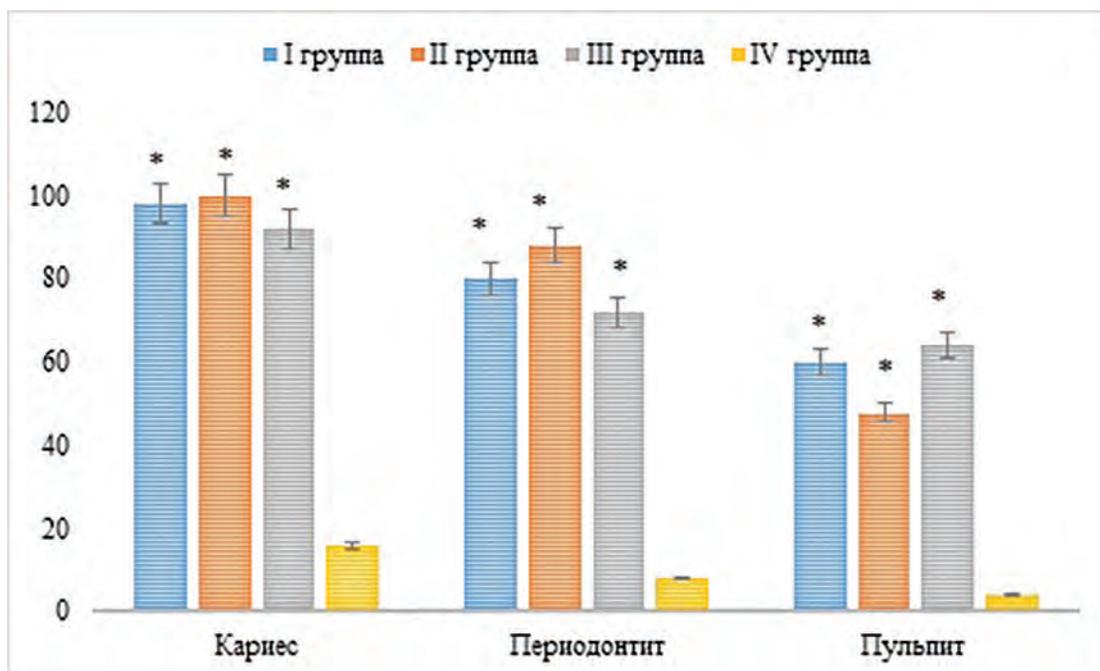


Рис. 1. Распределение по стоматологическим патологиям.

Примечание: здесь и далее. * - достоверное отличие к норме ($p < 0,05$)

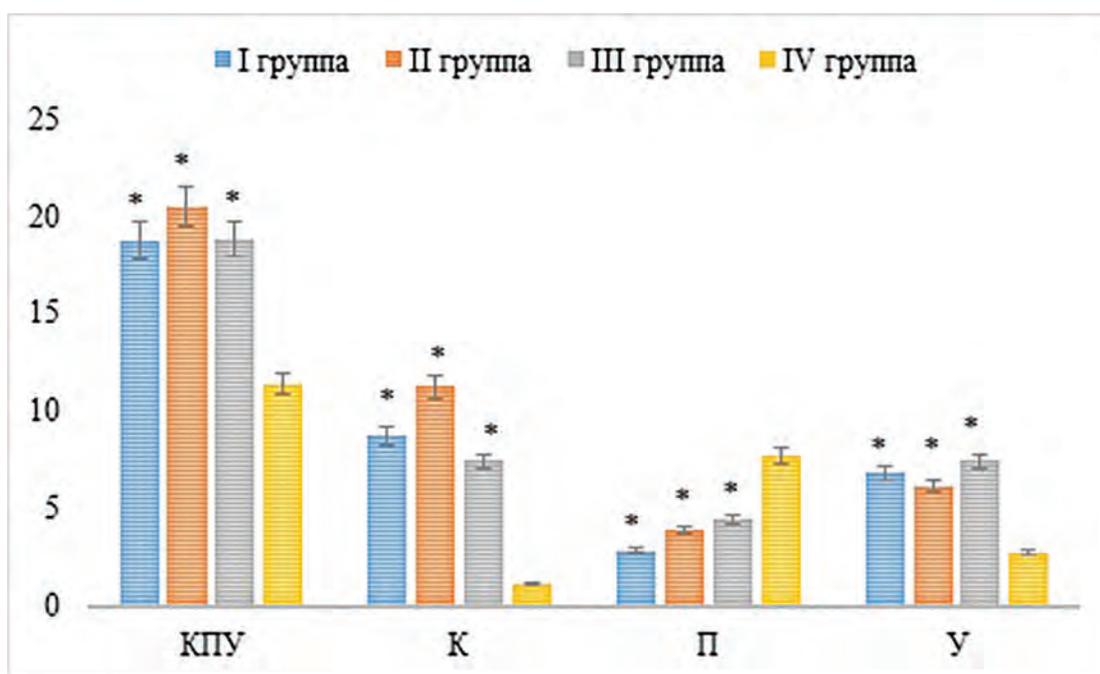


Рис. 2. Распределение пациентов по КПУ

По поводу компонентов индекса КПУ, то обнаружено, что количество кариозных зубов достоверно превышалось у исследуемых пациентов: в первой группе – 8,8, второй – 11,3, третьей – 7,5, относительно четвертой – 1,2. Среднее количество удаленных зубов составило 6,9, 6,2, 7,5 и 2,8 соответственно. То есть, значение данных компонентов превышало референсный параметр достоверно ($p < 0,05$). Наоборот, частота установленных пломб у пациентов первой группы составило 2,9, второй – 3,9, третьей – 4,5, кото-

рое было ниже нормы (7,8) – на 62,8% ($p < 0,05$), 49,8% ($p < 0,05$), и 42,1% ($p < 0,05$) соответственно. Компонент "П" у пациентов исследований 1, 2 и 3 были достоверно ниже ($p < 0,05$), чем в контрольной группе (рис. 2).

При исследовании гигиены полости рта отмечено, что зубы пациентов с психоневрологическими нарушениями были покрыты зубным камнем и обильным налетом. Более того, обнаружены запах из полости рта и остатки пищи в межзубных и пришеечных областях.

Значение индекса эффективности гигиены ротовой полости у пациентов с F00-F09 диагнозом составило примерно $2,48 \pm 0,05$, с F10-F19 – $2,87 \pm 0,07$, с F20-F29 – $2,21 \pm 0,03$. В контрольной группе величина ИЭГ составило $1,15 \pm 0,02$. Сравнивая результаты обнаружено, что значение данного показателя в первой, второй и третьей группах достоверно увеличивало ($p < 0,05$) контрольную группу (рис. 3).

Обследование ротовой жидкости показало, что у пациентов с психоневрологическими нарушени-

ями при проведении лечения в клинике и после приема лекарственных препаратов обнаружено ощущение сухости в полости рта и увеличенное слюноотделение (рис. 4).

Вязкость ротовой жидкости в первой группе составила 3,98, во второй – 3,78, в третьей – 6,12, в четвертой – 2,11 (рис. 4). Соответственно, значение этого показателя у психически пациентов было выше контрольной группы на 88,6%, 79,1% и 190,2% ($p < 0,05$) соответственно.

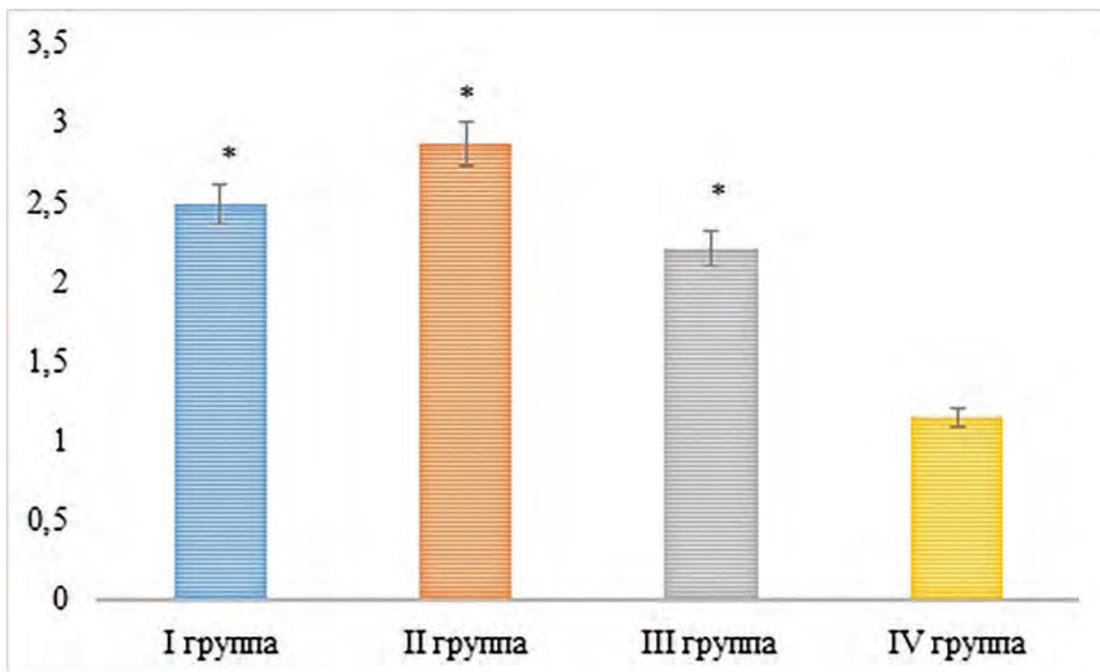


Рис. 3. Распределение пациентов по ИЭГ

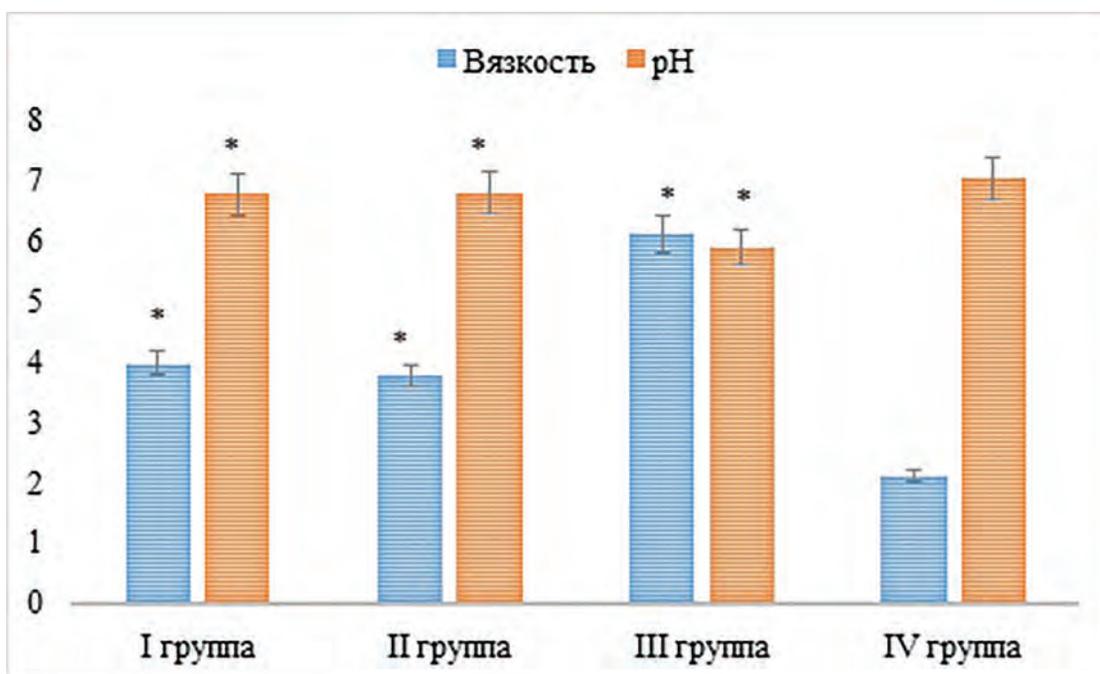


Рис. 4. Распределение пациентов по вязкости и pH слюны полости рта

Анализ pH слюны ротовой полости показал, что развитие стоматологических патологий характеризовалось сдвигом значения pH слюны в кислую сторону. Величина данного показателя у пациентов с F00-F09 – 6,01, с F10-F19 – 5,94, с F20-F29 – 5,74. В то время как в четвертой группе pH составило 7,05. Итак, значение pH у больных первой группы было ниже контрольной группы на 14,7% ($p < 0,05$), второй группы – 15,7% ($p < 0,05$), третьей – 18,5% ($p < 0,05$) (рис. 4).

По ходу проведения опроса пациентов с психоневрологическими нарушениями выявлено наличие подвижности зубов и кровоточивости десен.

Необходимо подчеркнуть, что количество воспалительных процессов у пациентов с психоневрологическими нарушениями регистрировалось в небольшом проценте. На наш взгляд, нечастая встречаемость может быть результатом использования разнородных фармакологических препаратов, способствующих оказать противовоспалительный эффект и снижению поражения десен (рис. 5).

Выявлено, что у пациентов с психическими расстройствами параметр здорового пародонта и кровоточивости был понижен при сравнении с 4-й группой ($p < 0,05$) (рис. 5).

Наличие зубного камня наблюдалось достоверно чаще ($p < 0,05$) у пациентов исследования при сравнении с четвертой группой.

Пародонтальный карман глубиной 4 и более у больных групп исследования регистрировался до-

стоверно реже группы нормы ($p < 0,05$).

Заслуживают внимания, что частота исключенных секстантов достоверно чаще встречались у пациентов с психоневрологическими нарушениями относительно четвертой группы ($p < 0,05$), что объясняется повышенной встречаемостью удаленных зубов в группах исследования (рис. 5).

При определении сенсорных порогов обнаружено, что значение порога чувствительности у психически пациентов достоверно превышало контрольную группу: с F00-F09 – в 1,2 раз ($p < 0,05$), с F10-F19 – на 1,3 раз ($p < 0,05$), а с F20-F29 – на 0,5 раз ($p < 0,05$).

Порог болевого синдрома и выносливости у людей четвертой группы был достоверно ниже ($p < 0,05$) больных с психическими расстройствами первой группы на 1,4 и 1,1 раз ($p < 0,05$), второй – в 1,62 и 1,32 раз ($p < 0,05$), и третьей – в 0,47 и 0,35 ($p < 0,05$).

Оценочные данные, обнаруженные в эпидемиологических исследованиях НЦПЗ РАМН, подтверждают, что многие пациенты с психическими нарушениями разной степени тяжести, числом превышающая 30 млн человек не обращаются в психиатрические организации и не получают стоматологическую помощь. Даже при оказании первичной помощи таких лиц не направляют на дальнейшее лечение в специализирующие учреждения [9].

Традиционно стоматологическая помощь пациентам с психическими расстройствами представляется в специализированных организациях – это

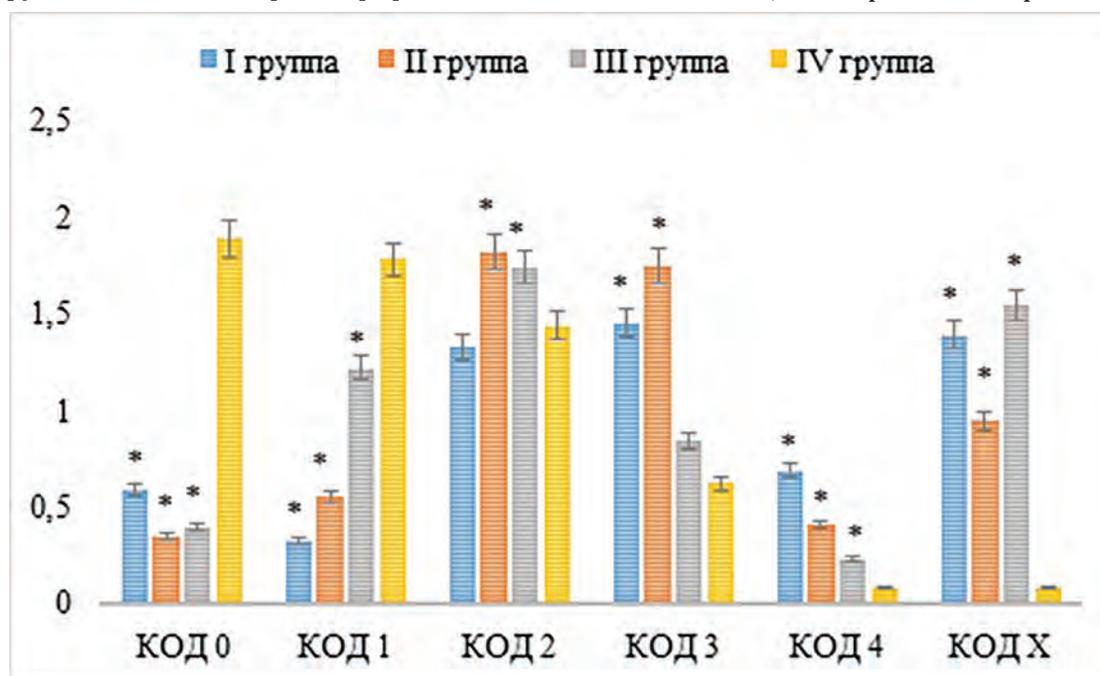


Рис. 5. Распределение пациентов по индексу CPITN (мм)

психиатрические больницы, психоневрологические диспансеры, и многопрофильные клиники [10].

По данным сербских авторов выявлено, что основные стоматологические патологии у больных, имеющих психиатрические заболевания (F00-F09, F10-F19 и др.), являются кариесом и пародонтитом [11].

Перед получением стоматологического лечения пациенты могут испытывать эмоциональный и физиологический стресс, обусловленный неудобным положением, болевым синдромом, продолжительностью лечения, и проявлением волнения [12].

Срок и тяжесть психического нарушения непосредственно оказывают влияние на выраженность и течение стоматологических заболеваний. Луханина Т.В. в своих исследованиях показала, что патологические процессы у пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом на фоне психического расстройства проявляются в более выраженной степени относительно больных с психическим здоровьем [13].

Итак, анализом результатов исследования установлено, что во всех группах наблюдения отмечается достоверная корреляция между показателями слюны и гигиеной полости рта, и степенью изменений твердой и пародонтной тканей. Индекс КПУ имел сильную связь с встречаемостью удалённых, пломбированных, удалённых зубов ($r=0,61$, $r=0,57$, $r=0,68$ соответственно). Сильная зависимость зарегистрирована между pH-слюны и степенью кариеса ($r=0,64$) и кариесом ($r=0,60$). Выраженность поражения тканей пародонта имеет связь с вязкости жидкости ротовой полости и ИЭГ ($r=0,64$ и $r=0,69$ соответственно). Более того, у психически пациентов наблюдаются снижение порога чувствительности и увлечение сенсорного порога. Ключевую роль в обострении заболеваний играет прием психотропных препаратов, вызывающих уменьшение выработки слюны, сухости в полости рта, и способствующих отложению зубного налета и камня, развитию кариеса.

Выводы

1. Стоматологический статус пациентов психоневрологическими расстройствами сопровождается риском стоматологических заболеваний, особенно кариозных и удалённых зубов и травмы пародонта.
2. Клинически они проявляются покрытием зубным камнем и обильным налетом, галитозом, и наличием остатка пищи в межзубных и пришеечных областях. Отмечено су-

щественное изменение индекса эффективности гигиены, показателей ротовой жидкости, наличие подвижности зубов и кровоточивости десен.

3. У пациентов с психоневрологическими нарушениями наблюдаются снижение порога чувствительности и увеличение сенсорного порога.
4. Применение разнородных психотропных препаратов способно обострению течения стоматологических заболеваний, так как оно ведет к отложению зубного налета и камня и развитию кариеса.

Литература

1. Гаффаров С.А., Хамроев Ф.Ш., Кулдашева В.Б., Шамсиева М.О.К., Мадаминава Н.С. Клиническое состояние зубов и зубных рядов у детей и подростков с церебральными параличами // Российский стоматологический журнал. 2022; 26: 5: 371-379.
2. Bera R.N., Tripathi R., Bhattacharjee B., Singh A.K., Kanojia S., Kumar V. Implant survival in patients with neuropsychiatric, neurocognitive, and neurodegenerative disorders: A meta-analysis. *Natl J Maxillofac Surg.* 2021; 12(2):162-170. doi: 10.4103/njms.NJMS_230_20. Epub 2021 Jul 15. PMID: 34483572; PMCID: PMC8386268.
3. Авраменко О.О. Комплексный подход в оказании стоматологической помощи детям с психоневрологическими нарушениями // Вопросы устойчивого развития общества. 2021; 9: 260-267.
4. Poornachitra P., Narayan V. Management of Dental Patients With Mental Health Problems in Special Care Dentistry: A Practical Algorithm. *Cureus.* 2023;15(2):e34809. doi: 10.7759/cureus.34809. PMID: 36915833; PMCID: PMC10008050.
5. Абдрашитова А.Б., Гайнуллина Д.К. Стоматологический статус пациентов с психоневрологическими расстройствами, обратившихся с целью санации рта в условиях общего обезболивания // Казанский медицинский журнал. 2020; 101: 2: 200-205
6. Marchini L., Ettinger R., Hartshorn J. Personalized Dental Caries Management for Frail Older Adults and Persons with Special Needs. *Dent Clin North Am.* 2019; 63(4):631-651. doi: 10.1016/j.cden.2019.06.003. Epub 2019 Jul 16. PMID: 31470918.
7. Шуляк Г.А. Комплексный подход к лечению детей с психоневрологической патологией в условиях детского санатория // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016; 93: 2-2: 182.
8. Tiwari T., Kelly A., Randall C.L., Tranby E, Franstve-Hawley J. Association Between Mental Health and Oral

- Health Status and Care Utilization. *Front Oral Health*. 2022;2:732882. doi: 10.3389/froh.2021.732882. PMID: 35199101; PMCID: PMC8859414.
9. Калининская А.А., Васильев М.Д., Лазарев А.В., Кизеев М.В., Смирнов А.А. Анализ заболеваемости населения старше трудоспособного возраста в российской федерации и ее региональные особенности // *Менеджер здравоохранения*. 2023; 2: 59-67.
 10. Ванчакова Н.П. Трудные больные в стоматологии: психиатрические и психологические проблемы / Сборник тезисов I всероссийской научно-практической конференции «Сложный стоматологический пациент». 2013; 5-17.
 11. Jovanović S., Milovanović S. D., Gajić I., Mandić J., Latas M., Janković L. Oral health status of psychiatric inpatients in Serbia and implications for their dental care // *Croat Med J*. 2010; 51 (5): 443-450. – doi:10.3325/cmj.2010.51.443.
 12. Settineri S., Tati F., Fanara G. Gender differences in dental anxiety: is the chair position important? // *J Contemp Dent Pract*. 2005; 6 (1): 115-122.
 13. Луханина Т.В. Оценка психоэмоционального и стоматологического статуса у психически больных в связи с задачами терапии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 2009; 103-113.

Контакты авторов:

Гамзатов Р.С.

e-mail: Kavsarat7071991@gmail.com

Конфликт интересов: отсутствует

Пинчук О.В., Яменсков В.В.

ИНОРОДНЫЕ ТЕЛА ШЕИ ПРИ «СЧАСТЛИВЫХ» ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАНЕНИЯХ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России, г. Красногорск, Россия

Аннотация. Огнестрельные ранения шеи относятся к наиболее тяжелым, с высоким уровнем повреждений жизненно важных структур и смертности. Одной из особенностей подобных ранений является вариабельность клинического течения, необходимость срочного оперативного вмешательства и непредсказуемость траектории раневого канала. Вместе с тем, в литературе описываются единичные наблюдения, которые являются достаточно редкими, огнестрельных ранений шеи при которых ранящие снаряды проходили через массив тканей шеи без фатальных повреждений. В статье приводятся два подобных клинических наблюдения, с крайне сложными раневыми траекториями, в которых ранящие снаряды (пули) останавливались в непосредственной близости к сонным артериям. Операции по извлечению таких инородных тел технически не просты и должны оставаться прерогативой крупных многопрофильных медицинских учреждений, располагающих адекватными диагностическими возможностями и подготовленными хирургами.

Ключевые слова: огнестрельные ранения шеи, сложная раневая траектория, сонные артерии.

Pinchuk O.V., Yamenskov V.V.

FOREIGN BODIES OF THE NECK IN "LUCKY" GUNSHOT WOUNDS

FSBI "National Medical Research Center of High Medical Technologies — A.A. Vishnevsky Central Military Clinical Hospital" of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Krasnogorsk

Abstract. Gunshot wounds to the neck are among the most severe, with a high level of damage to vital structures and mortality. One of the features of such wounds is the variability of the clinical course, the need for urgent surgical intervention and the unpredictability of the trajectory of the wound canal. At the same time, the literature describes isolated observations, which are quite rare, of gunshot wounds to the neck in which the wounding projectiles passed through an array of neck tissues without fatal damage. The article presents two similar clinical observations, with extremely complex wound trajectories, in which the wounding projectiles (bullets) stopped in close proximity to the carotid arteries. Operations to extract such foreign bodies are technically not simple and should remain the prerogative of large multidisciplinary medical institutions with adequate diagnostic capabilities and trained surgeons.

Keywords: gunshot wounds of the neck, complex wound trajectory, carotid arteries.

ВВЕДЕНИЕ

На специфичность и особую опасность ранений шеи было обращено пристальное внимание еще в годы Первой мировой войны [18]. И по сей день огнестрельные ранения шеи являются тяжелыми с высоким уровнем смертности [11, 16].

В последние годы отмечается определенный рост удельного веса повреждений шеи в вооруженных конфликтах. Так, Е.К. Гуманенко в 2012 году сообщил о частоте подобных ранений 3-4% [5]. А по обобщенным данным боевых действий в Ираке и Афганистане (2005-2009 гг.) относительная частота ранений шеи и головы составила уже 28,1% [10, 20]. На эти статистические данные огромное влияние оказывает высокая частота гибели раненых в шею на поле боя. Более четверти всех ранений шеи сопровождаются развитием жизнеугрожающих последствий (продолжающееся наружное и ротоглоточное кровотечение, асфиксия, острое нарушение мозгового кровообращения, воздушная эмболия, восходящий отек ствола головного мозга), которые могут приводить к летальному

исходу в первые минуты после ранения [5]. Даже в условиях отделения сосудистой хирургии летальность среди таких пострадавших составляет 32,5%. Основной причиной исхода у пациентов с огнестрельными ранениями шеи является геморрагический шок - 13,1% случаев [7].

Одной из особенностей подобных ранений является помимо тяжелого состояния пострадавшего, вариабельности клинического течения, необходимости срочного оперативного вмешательства и непредсказуемость хода раневого канала [8]. Так, Ali Bayram et al., 2017, обращают внимание на необходимость тщательного рентгенологического обследования пострадавшего, для локализации ранящего снаряда, именно учитывая возможность нетипичной траектории ранения в области шеи [9]. В литературе последних десяти лет описываются единичные наблюдения, которые являются достаточно редкими, огнестрельных ранений шеи при которых ранящие снаряды проходили через массив тканей шеи без повреждений жизненных структур [12, 17, 21].

Одной из специфических особенностей инородных тел шеи является их способность к миграции, в том числе с вторичным внедрением и повреждением крупных сосудов и других жизненно важных структур. Так, о подобных наблюдениях сообщают N.H.No, F.C.Chang, Y.F.Wang, 2022 [14]. Описываются случаи миграции инородных тел шеи в яремную вену и общую сонную артерию [15, 19]. Именно эта особенность инородных тел шеи, помимо прочего, служит еще одним основанием для удаления ранящего снаряда. Такие операции необходимо выполнять, несмотря на определенные сложности и ответственность манипулирования в такой сложной анатомической зоне, каковой является шея [13].

Тем не менее, подобные вмешательства должны оставаться прерогативой крупных многопрофильных медицинских учреждений, располагающих адекватными диагностическими возможностями и подготовленными хирургами. Именно это, позволяем решить потребность в быстром и эффективном восстановлении людских ресурсов в новых условиях военно-политической и социально-экономической ситуации путём разработки и внедрения инновационных технологий медицинской помощи в госпитальном звене медицинской службы Вооруженных Сил. Сложившиеся в учреждении в последние годы условия (технично-технологическая база, инфраструктура, квалификация и научный потенциал персонала) позволяют надеяться на успешное достижение поставленной цели [1-4, 6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В центре сосудистой хирургии ФГБУ ВМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого Минобороны России находились на лечении двое раненых со слепыми пулевыми ранениями шеи, нетипичными раневыми траекториями и инородными телами в непосредственной близости к крупным сосудистым структурам шеи. В виду крайней редкости подобных наблюдений и большого клинического интереса приводим оба этих случая.

Пострадавший К., 1989 г.р., и/б 13661, поступил 06.05.2023 в отделение сосудистой хирургии. Во время участия в специальной военной операции 02.05.2023 получил пулевое ранение с входным отверстием в области левого плеча. После оказания первой помощи эвакуирован в лечебное учреждение г. Донецка, где было диагностировано повреждение трахеи и выполнена трахеостомия. Далее переведен авиатранспортом НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого Минобороны России.

При осмотре: По наружной поверхности левого плеча в верхней трети имеется рана неправильной округлой формы 2,0x1,5 см (входное отверстие). Ненапряженная гематома левого плеча, преимущественно по внутренней поверхности. Пульсация левой лучевой артерии отчетливая. В области левой ключицы выраженная ненапряженная гематома. Деформация, асимметрия данной области. Пальпация в проекции левой ключицы резко болезненная. По передней поверхности шеи на уровне перстневидного хряща установлена трахеостомическая трубка. Правая половина шеи отечна, асимметрична в сравнении с левой половиной. В правой надключичной области так же имеется ограниченная ненапряженная гематома. Пальпация по ходу правой кивательной мышцы, особенно в ее нижней трети резко болезненная. Определяется распространенная подкожная эмфизема шеи (более выраженная справа) и передней поверхности груди.

По результатам КТ-ангиографии (рис. 1, 2): инородное тело правой половины шеи интимно прилегающее к передней поверхности правой общей сонной артерии. Обширная эмфизема мягких тканей шеи, передней грудной стенки, средостения. По данным рентгенографии оскольчатый перелом на границе проксимальной и средней третей ключицы со смещением отломков по ширине.

Установлен диагноз: Огнестрельное пулевое слепое ранение левого плеча с многооскольчатым переломом левой ключицы, с повреждением трахеи от 02.05.2023г. Инородное тело (пуля) в правой половине шеи в непосредственной близости к правой общей сонной артерии. Пневмомедиастинум. Эмфизема шеи. Подкожная эмфизема груди. Операция: Трахеостомия (02.05.2023).

19.05.2023 операция – удаление инородного тела (пули) правой половины шеи. Под наркозом продольным разрезом в правой половине шеи по ходу переднего края кивательной мышцы во 2-й зоне послойно, пересечены кожа, подкожная клетчатка и платизма. Осуществлен доступ под наружный край кивательной мышцы. Выполнена рентгеноскопия (рис. 3), которая позволила верифицировать нахождение инородного тела – в нижнем углу раны. Рассечены оболочки капсулы и обнажилась полость с лежащей в ней пулей (рис. 4).

Инородное тело удалено (рис. 5). Кровотечения не было. Послеоперационный период протекал без осложнений. На шестые сутки пациент переведен на реабилитационное лечение в филиал (рис. 6).



Рис. 1. КТ-ангиограмма 3D реконструкция. Пострадавший К., 1989 г.р., и/б 13661. Инородное тело (пуля) (стрелка) интимно прилегающая к правой сонной артерии

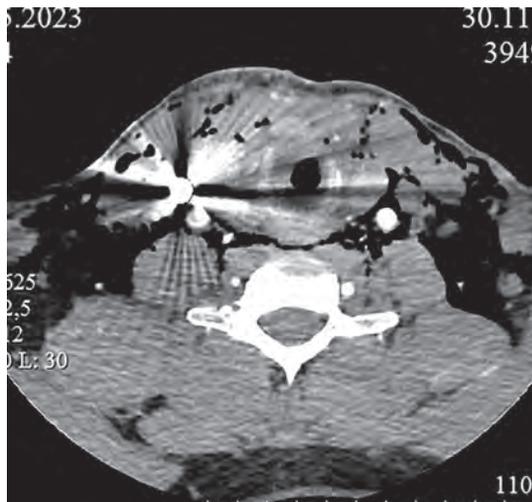


Рис. 2. КТ-ангиограмма. Тот же пациент. Инородное тело (стрелка) интимно прилегающая к правой сонной артерии (фиолетовая стрелка)

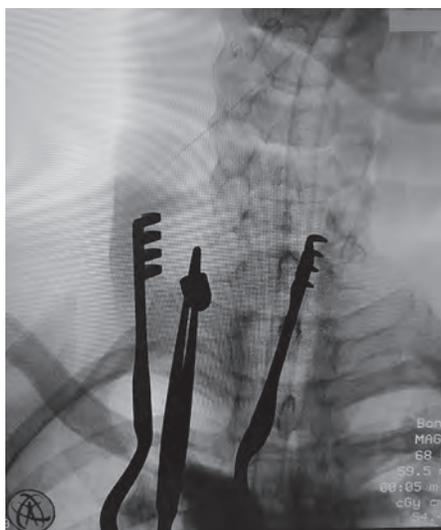


Рис. 3. Интраоперационная рентгенография. Тот же пациент. Пуля (стрелка) прилежит к бранше введенного в рану для ориентира пинцета



Рис. 4. Интраоперационная фотография. Инородное тело (пуля) после рассечения передней стенки капсулы



Рис. 5. Удаленное инородное тело – пуля для пистолета Макарова



Рис. 6. Пациент держит удаленную пулю, которая лежала на передней стенке правой общей сонной артерии (фото публикуется с согласия пациента).

Приводим следующее клиническое наблюдение. Раненый Г., 1994 г.р., и/б 14087, поступил в отделение сосудистой хирургии 12.05.2023 г. переводом из филиала. Ранение получил 09.05.2023 г. в зоне СВО. Первая медицинская помощь оказана в условиях ОМедБ в объеме ПХО раны. Авиационным транспортом эвакуирован в филиал НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневого Минобороны России. При рентгенографии было выявлено наличие инородного тела левой половины шеи в проекции сосудов.

При осмотре в области правого угла нижней челюсти имеется округлая рана с осадненными краями, 0,5 см в диаметре. Выраженный отек правой половины шеи, лица. Обширная гематома подчелюстной области. Пальпация левой половины шеи по ходу кивательной мышцы резко болезненная.

По данным КТ-ангиографии: Инородное металлическое тело (пуля) в непосредственной близости к левой внутренней сонной артерии на уровне С1 позвонка (рис. 7, 8). Оскольчатый перелом угла тела нижней челюсти справа. Раневой канал в подчелюстной области, по ходу которого отмечается геморрагическое содержимое, мелкие костные отломки.

Установлен диагноз: Огнестрельное слепое пулевое ранение правой половины лица с открытым переломом правого угла тела нижней челюсти со смещением костных отломков (09.05.2023). Инородное тело (пуля) левой половины шеи в области бифуркации левой общей сонной артерии на уровне С1 позвонка.

22.05.2023 г. операция – удаление инородного тела (пули) левой половины шеи. Под наркозом продольным разрезом в левой половине шеи по ходу переднего края кивательной мышцы на границе 1-й и 2-й зон послойно, пересечены кожа, подкожная клетчатка и платизма. Осуществлен доступ под наружный край кивательной мышцы. Выполнена рентгеноскопия (рис. 9), которая позволила верифицировать нахождение инородного тела – в верхнем углу раны. Рассечены оболочки капсулы и обнажилась полость с лежащей в ней пулей (рис. 10).

Инородное тело выделено (рис. 11) и удалено. Послеоперационный период протекал без осложнений.

На пятые сутки пациент переведен для реабилитационного лечения в филиал.

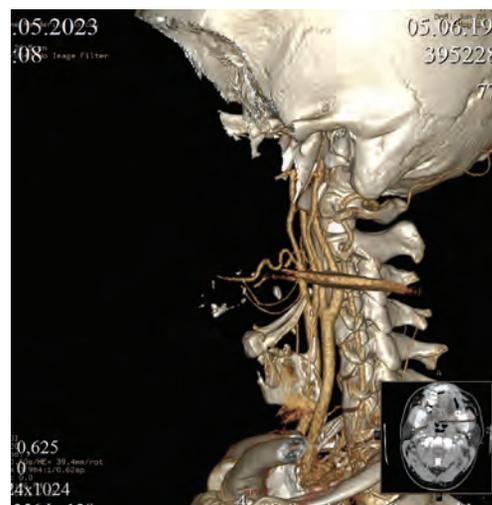


Рис. 7. КТ-ангиограмма 3D реконструкция. Раненый Г., 1994 г.р., и/б 14087. Инородное тело (стрелка) левой половины шеи в непосредственной близости к левой внутренней сонной артерии

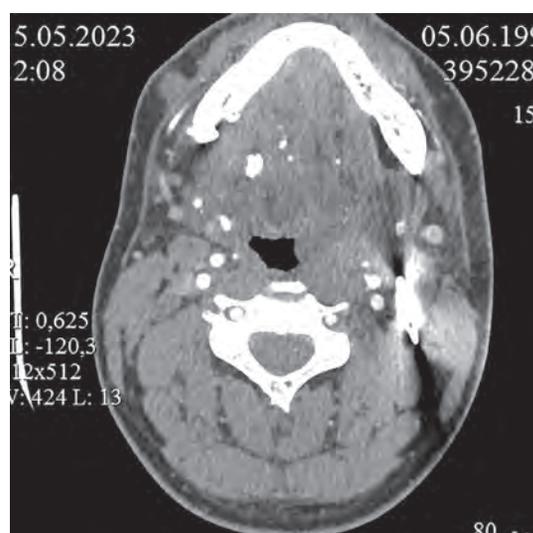


Рис. 8. КТ-ангиограмма. Тот же пациент. Инородное тело (стрелка) левой половины шеи, левые наружная и внутренняя сонные артерии проксимальнее бифуркации (синяя стрелка)



Рис. 9. Интраоперационная рентгенограмма. Тот же пациент. Инородное тело (пуля) находится у кончика введенного в рану пинцета

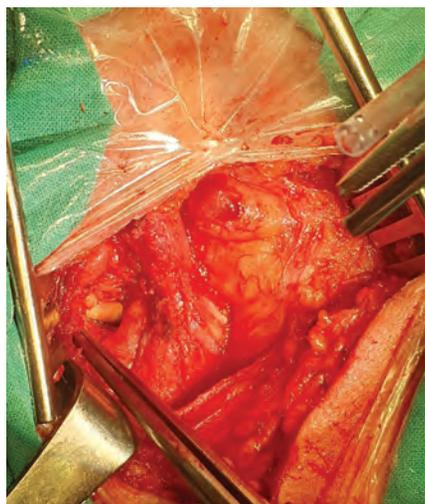


Рис. 10. Интраоперационная фотография. Тот же пациент. Вскрыта передняя стенка капсулы, обнажилось инородное тело (стрелка)



Рис. 11. Интраоперационная фотография. Тот же пациент. Ино-родное тело выделено, готово к извлечению (стрелка)



Рис. 12. Пациент держит удаленную пулю, которая лежала на уровне бифуркации левой общей сонной артерии (фото публикуется с согласия пациента)

ОБСУЖДЕНИЕ

Безусловно, мы используем кавычки при характеристике приведенных ранений шеи как «счастливые». Однако, нельзя не согласиться, что, если бы в первом и втором случаях пули продвинулись еще на несколько миллиметров и повредили сосудистый пучок, с большой степенью вероятности исход был бы фатальным уже на поле боя. Ранящий снаряд при столкновении с тканями шеи резко изменяет траекторию полета в сочетании со снижением скорости движения. Наиболее вероятно, что внезапное торможение осколка (пули) при попадании в компактные анатомические структуры шеи, зоны ограниченные фасциями и сухожилиями, заставляют ранящий снаряд двигаться по нелинейной, межструктурной траектории.

У первого нашего пациента раневую траекторию на шее можно представить следующим образом: pistolетная пуля вошла в левое плечо по наружной поверхности в верхней трети, разбила левую ключицу, вошла в среднее средостение слева, повредив заднюю стенку трахеи, переместилась на правую половину шеи и остановилась в непосредственной близости у правой общей сонной артерии.

У второго пострадавшего автоматная пуля вошла на уровне угла нижней челюсти, повредила костную ткань тела нижней челюсти, прошла в подчелюстной области сверху-вниз и справа-налево, перешла на левую половину шеи и остановилась спереди и непосредственной близости к сонной артерии несколько проксимальнее ее бифуркации.

В обоих случаях это не прямолинейные, сложные раневые траектории, проходящие через шею практически насквозь. Именно отсутствие повреждений важных структур, ранение которых могло привести к быстрому фатальному исходу, и позволило нам использовать термин «счастливое» ранение.

Тем не менее, подобные инородные тела подлежат удалению, во-первых, из-за возможности их миграции, и во-вторых, в связи с высоким риском образования пролежня с нарушением целостности магистральных сосудов шеи. Подобные операции должны быть тщательно спланированы на основании данных полноценного обследования для максимально точного определения топки инородного тела, и его взаимоотношений со структурами шеи. Всегда должна быть готовность к контакту с крупными сосудами и вмешательству на них при необходимости. Так же должен быть предусмотрен интраоперационный рентгенологический контроль за точным расположением ранящего снаряда.



Рис. 13. Фотография оперированных пострадавших, переведенных на реабилитационное лечение на 5-е сутки, с авторами статьи (фото публикуется с согласия пациентов)

Это позволяет уменьшить объем операционной травмы, сократить продолжительность вмешательства и избежать необоснованных «широких» ревизий. При соблюдении всех указанных условий, операции по удалению инородных тел шеи проходят быстро, без излишней травмы и пациенты без задержки выписываются на реабилитационное лечение (рис. 13).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные клинические наблюдения подобных «счастливых» огнестрельных ранений, демонстрируют, что объем повреждения тканей, зависит от формы и характера снаряда, и подтверждает, что область шеи обладает анатомической целостностью, а не просто состоит из произвольно обозначенных топографических областей. На конечный исход повреждения шеи влияет множество сопутствующих факторов, среди которых первостепенное значение имеют баллистические факторы. За исключением острых, непосредственно угрожающих жизни ситуаций, подобная хирургия должна оставаться прерогативой крупных медицинских учреждений располагающих адекватной диагностической базой и подготовленными специалистами.

Литература

1. Абушинов В.В., Есипов А.В. К вопросу применения процессного подхода к управлению основной деятельностью медицинской организации / Менеджер здравоохранения. 2017. № 2. С. 14-21.
2. Есипов А.В., Алехнович А.В., Фокин Ю.Н., Найденов А.А. Многоэтапная модель работы травмоцентра в региональной системе медицины катастроф / В книге: Фундаментальные вопросы высокотехнологичной медицинской помощи при дорожно-транспортной политравме. Монография. Под общей редакцией А.В. Есипова и научной редакцией А.В. Алехновича. Москва, 2021. С. 143-166.
3. Есипов А.В., Алехнович А.В., Абушинов В.В., Зенин Р.В. Проектное управление деятельностью многопрофильного военного госпиталя / Военно-медицинский журнал. 2022. Т. 343. № 7. С. 4-11.
4. Есипов А.В., Абушинов В.В., Алехнович А.В. Реализация стратегии развития военно-медицинской организации на примере центрального военного госпиталя // Госпитальная медицина: наука и практика. - 2023. - Т.6,№1. - С.58-66.
5. Гуманенко, Е.К. Военно-полевая хирургия : учебник / Под ред. Е.К.Гуманенко. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа. - 2012. - 768с.
6. Максимов И.Б., Есипов А.В., Абушинов В.В. О содержании и организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности / Вопросы экспертизы и качества медицинской помощи. 2013. № 5. С. 12.
7. Масляков В.В., Барсуков В.Г., Усков А.В., Куркин К.Г. Непосредственные результаты лечения огнестрельных ранений шеи // Клин. и эксперимент.

- хир. Журн. им. акад. Б.В. Петровского. - 2016. - № 4. - С.61-66.
8. Мосягин В.Б., Рыльков В.Ф., Карпатский И.В., Тымкив Е.А. Ранение шеи без повреждения жизненно важных структур: особенности хирургической тактики // Вестн. хир. - 2013. - № 4. - С.75-77.
 9. Bayram A, Kaya A, Kalkan M, Özcan I, Mutlu C. An Unusual Bullet Trajectory: Entered Through the Face and Ended Up in the Neck // J. Craniofac. Surg. - 2017. - Vol.28,№7. - P.636-637.
 10. Belmont P.J. Jr., McCriskin B.J., Sieg R.N., Burks R., Schoenfeld A.J. Combat wounds in Iraq and Afghanistan from 2005 to 2009 // J. Trauma Acute Care. Surg. - 2012. - Vol.73,№1. - P.13-12.
 11. Bozkurt G., Akpınar M.E., Ünsal Ö., Coşkun B.U. A Bullet lying next to the common carotid artery in the neck of a young boy // J. Craniofac. Surg. - 2017. - Vol.28,№1 - P.190-192.
 12. Can M., Yildirim N., Ataç G. K. Dissecting firearm injury to the head and neck with non-linear bullet trajectory: a case report // Forensic. Sci. Int. - 2010. - Vol.197,№1-3. - P.13-17.
 13. Gybalo R.V., Lurin I.A., Safonov V., Dudla D.I., Oklei D.V., Dinets A. Retained bullet in the neck after gunshot wounds to the chest and arm in combat patient injured in the war in Ukraine: A case report // Int. J. Surg. Case Rep. - 2022. - Vol.99:107658.
 14. Ho N.H., Chang F.C., Wang Y.F. Clinical approaches to migrating ingested foreign bodies in the neck // Ear Nose Throat. J. - 2022. - Vol.101,№3. - P.181-185.
 15. Joshi A.A., Bradoo R.A. A foreign body in the pharynx migrating through the internal jugular vein // Am. J. Otolaryngol. - 2003. - Vol.24,№2. - P.89-91.
 16. Kishan R., Ramzanali S., Nazim M. A Rare Outcome From a Self-Inflicted Gunshot Wound to the Neck // Cureus - 2021. - Vol.13,№9. - e18063.
 17. Matsui Y., Iguchi S., Sato E., Sato Y., Shindo K., Ishida M., et al. Atypical gunshot injury traversing the neck with an unexpected nonlinear bullet trajectory: a case report and review of the literature // SN Compr.Clin.Med. - 2021. - Vol.3,№2. - P.765-771.
 18. Stuart-Low W. Bullet Wounds of Face and Neck // Laryngol. Sect. - 1916. - №9. - P.18-19.
 19. Tang I.P., Singh S., Shoba N., Rahmat O., Shivalingam S., Gopala K.G., Khairuzzana B. Migrating foreign body into the common carotid artery and internal jugular vein--a rare case // Auris Nasus Larynx. - 2009. - Vol.36,№3. - P.380-382.
 20. Tong D, Beirne R. Combat body armor and injuries to the head, face, and neck region: a systematic review // Mil. Med. - 2013. - Vol.178,№4) - P.421-426.
 21. Velioglu Y., Yuksel A., Durgun B. Gunshot injury of head and neck region with an atypical bullet trajectory: the importance of whole body computed tomography scan // J. Coll. Physicians Surg. Pak. - 2018. - Vol.28,№9. - S.215-216.

Контакты авторов:

Пинчук О.В.

e-mail: uromail@mail.ru

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 616-07:616.12

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.16.90.007

© Коллектив авторов, 2024

Карпухин В.Г.**ЭНДОМИОКАРДИАЛЬНЫЙ ФИБРОЗ –
ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ**

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневого» Минобороны России, Красногорск, Россия

Аннотация. Эндомиокардиальный фиброз (ЭФ) – форма рестриктивной кардиомиопатии, наиболее часто встречающаяся среди населения экваториальных стран и редко у лиц европеоидной расы. С момента первого описания в 1938 году этиология и патогенез ЭФ окончательно не установлены. Начальные признаки заболевания неспецифичны. Клинические проявления и их выраженность обусловлены прогрессирующей систоло-диастолической дисфункцией одного или обоих желудочков и поражением клапанного аппарата сердца. Медикаментозная терапия носит симптоматический характер, а исход заболевания, как правило, неблагоприятный. Хирургическое лечение эффективно лишь до развития инвазивного ЭФ, формирования массивных кальцинатов и сопряжено с высоким риском периоперационной летальности.

Ключевые слова: эндомиокардиальный фиброз, магнитно - резонансная томография.

Карпukhin V.G.**ENDOMYOCARDIAL FIBROSIS –
FEATURES OF MODERN DIAGNOSTICS**

FSBI «A.A. Vishnevsky National Medical Research Center of High Medical Technologies – Central Military Clinical Hospital» of the Ministry of Defense of Russia, Krasnogorsk, Russia

Abstract. Endomyocardial fibrosis (EF) is a form of restrictive cardiomyopathy that is most common in equatorial populations and rare in Caucasians. Since the first description in 1938, the etiology and pathogenesis of EF have not been definitively established. The initial signs of the disease are nonspecific. Clinical manifestations and their severity are due to progressive systole - diastolic dysfunction of one or both ventricles and damage to the valvular apparatus of the heart. Drug therapy is symptomatic, and the outcome of the disease is usually unfavorable. Surgical treatment is effective only until the development of invasive EF, the formation of massive calcifications, and is associated with a high risk of perioperative mortality.

Keywords: endomyocardial fibrosis, magnetic resonance imaging.

Введение

Впервые в 1938 году работая в Уганде, Артур Уильямс по результатам вскрытия опубликовал отчет о двух случаях митральной и сердечной недостаточности вследствие массивного поражения стенок желудочков фиброзной тканью. В 1955 году Джек Девис впервые связал клинические проявления с данными патологоанатомических изменений, обозначив заболевание «эндомиокардиальный фиброз» (ЭФ) [1, 2].

ЭФ – наиболее распространенный тип рестриктивной кардиомиопатии экваториальных стран, являясь четвертой по частоте причиной всех сердечных заболеваний среди взрослых и до 22% у детей [1, 3-5]. При этом заболевание крайне редко встречается в России, Европе и в странах северной Америки у лиц европеоидной расы [6].

По прошествии более 80 лет этиология ЭФ до сих пор неизвестна, а механизмы, участвующие в его патогенезе, до конца не изучены. Факторами, наиболее вероятно, предрасполагающими к развитию заболевания, считаются: генетическая предрасположенность, токсины, паразитарные заболевания, особенности диеты, недоедание. Осно-

вополагающей причиной по - видимому является социально - экономическая депривация, поскольку ЭФ крайне редко поражает сообщества с высоким уровнем жизни [7].

ЭФ поражает в самом расцвете сил лиц обоих полов в равной степени [8]. У детей пик заболеваемости приходится на 8–15 лет, у молодых лиц – от 20 до 30 лет. У женщин второй пик отмечается в детородном возрасте [2, 9, 10]. У детей раннего дошкольного возраста случаи ЭФ редки. Самому младшему пациенту было всего 4 месяца [11]. Случаи врожденной формы ЭФ в литературе не описаны.

Начальные клинические проявления ЭФ отсутствуют или неспецифичны, а эхокардиографическая диагностика затруднена. На поздних стадиях заболевание характеризуется обширным эндомиокардиальным фиброзом в подклапанной области, приводящем тракте и в верхушке одного или обоих желудочков, приводящий к их систоло-диастолической дисфункции, нарушению работы атриовентрикулярного клапанного аппарата и атриомегалии. Смерть наступает от тромбоэмболии, злокачественных аритмий, либо от застойной сердечной недостаточности. Специфических препаратов для

лечения ЭФ на сегодняшний день не существует [7, 10, 12, 13]. Хирургическое лечение эффективно лишь до развития инвазивного ЭФ и формирования массивных кальцинатов в нем. Однако оно сопряжено с техническими сложностями, высоким до 29% риском летальности, а в отдаленном послеоперационном периоде возможен рецидив заболевания (до 19% случаев) [14, 15]. 10 летняя выживаемость пациентов с ЭФ согласно последним публикациям составляет всего 37% [7, 16, 17].

Обсуждение

Эндомиокардиальный фиброз (болезнь Дэвиса) – форма рестриктивной кардиомиопатии неясного генеза, характеризующаяся обширным и прогрессирующим суб- и эндокардиальным фиброзным утолщением в области верхушки и приносящего тракта одного или обоих желудочков, с последующей их систоло-диастолической (СД) дисфункцией, нарушением работы атриовентрикулярных (АВ) клапанов сердца и атриомегалией [3, 9, 10, 18]. При этом ЭФ не затрагивает пути оттока желудочков, полулунные клапаны и магистральные сосуды [16, 19-25]. Экстракардиальные поражения при ЭФ в литературе не описаны.

ЭФ в своем развитии претерпевает три последовательных этапа (по Олсену) [26-28]. Продолжительность первой стадии (воспалительная) может достигать 5 месяцев и характеризуется эозинофильной инфильтрацией миокарда, панкардитом и последующим субэндокардиальным некрозом. У большинства пациентов заболевание на данном этапе протекает в хронической форме и выявляется редко [5]. МРТ позволяет выявить отек и отсроченное контрастирование миокарда. Крупные экссудативные перикардиальные выпоты без признаков тампонады в основном диагностируются при правожелудочковых (ПЖ) формах ЭФ, что еще больше усугубляет диастолическую функцию [14].

Последующая подострая стадия (тромботическая) длится до нескольких лет и характеризуется формированием пристеночных тромбов на «оголенном» миокарде в области верхушки желудочков и в углублении позади задней створки митрального клапана [29]. Частота эмболических осложнений достигает 10–20% [14, 30]. Тромбы хорошо видны на МР – перфузионных сканах в виде дефектов контрастирования и на постконтрастных T1-WS сканах, как гипоинтенсивные внутрисполостные образования, не накапливающие контраст, на фоне яркого сигнала от крови. Считается, что в дальнейшем именно они определяют облитерацию желудочков

в сочетании с рубцеванием и фиброзом [31, 32].

В заключительную хроническую стадию (фиброзная) пристеночные тромбы организуются, а эндокард замещается коллагеновой фиброзной тканью. Поражается верхушка желудочка, его приточный отдел, папиллярные мышцы и сухожильные хорды [30]. Именно в эту стадию клиническая картина знаменуется появлением прогрессирующей сердечной недостаточности. На данном этапе МРТ наглядно демонстрирует наступившие фиброзные изменения в виде гиперинтенсивных участков в стенке желудочка, достигающих толщины до 1,0 см [20-23].

Статистические данные о частоте поражения камер сердца при ЭФ у зарубежных авторов разнятся. Согласно исследованиям, проведенным в Мозамбике, бивентрикулярное поражение встречалось в 55,5% случаев, изолированная патология правого (ПЖ) или левого желудочка (ЛЖ) составляли 28% и 16,5% соответственно (Mocumbi A.O. и соавторы). Предполагалось, что левосторонний ЭФ встречается реже из-за высокой смертности вследствие развивающихся высокой легочной гипертензии и более выраженной ЛЖ недостаточности [5, 27]. В то время как при правосторонней форме поражения пациенты долгое время остаются бессимптомными [33]. Диагноз в данном исследовании выставлялся на основании клинико-лабораторных данных и заключения эхокардиографии (ЭхоКГ). Однако в острую и подострую фазы ЭФ ЭхоКГ оценка затруднена, а клинические проявления неспецифичны и имеются только у четверти больных (22,7%) [5]. Это обуславливает необходимость внедрения более точных методов диагностики различных форм ЭФ, особенно на начальных стадиях заболевания. Согласно последним публикациям, использование метода МРТ показало распространенность бивентрикулярной формы 33–36%, правожелудочковой 14–20%, а ЭФ ЛЖ до 47–50% [15, 23]. Разноречивость данных может быть объяснена как различиями в методах диагностики, так и эндемическими особенностями разных форм ЭФ [34].

Несмотря на то, что при право- и левостороннем типе ЭФ все три стадии протекают одинаково, конечные структурные изменения для ПЖ и ЛЖ имеют ряд отличий. Для ПЖ механизм облитерации характеризуется уплотнением трабекул между утолщенным эндокардом и эпикардом, их последующим слиянием и «подтягиванием» модераторного тяжа. Происходит постепенное «по-

глотение» части полости ПЖ (не содержащей ни тромба, ни крови) эндомикардальным фиброзом и исключение трабекулярного отдела из кровообращения («грибовидный признак»). При этом выходной отдел может компенсаторно расширяться. МРТ-картина характеризуется признаками ретракции стенки ПЖ и формированием типичной правой апикальной вырезки – «ложное дно» [35].

При левостороннем поражении верхушка ЛЖ подвергается рубцовым изменениям, утолщается и, как правило, тромбируется, но никогда не «сжимается». Таким образом, за счет уменьшения продольного диаметра полость ЛЖ выглядит сферической, а МРк-сканы показывают только апикальное субэндокардиальное усиление над нормальным миокардом («V-признак») (рис. 1). В случае тромбирования верхушки ЛЖ наблюдается трехслойная картина, состоящая из нормального миокарда, субэндокардиального усиления и вышележащего тромба («двойной V-признак») [3, 9, 10, 36-38]. Апикальный фиброз также может привести к ограничению подвижности и увеличению сократительной силы базальной перегородки (признак Мерлона), которая в начале диастолы совершает быстрое движение вперед («перегородочный скачок») [32].

Характер изменений в клапанном аппарате для правых и левых камер также различен. Правосторонняя АВ дисфункция обусловлена вовлечением в фиброзный процесс подклапанных структур. Определяется рубцевание папиллярных мышц, сухожильных хорд и ограничение подвижности створок. Диагностируемая выраженная регургитация

обусловлена ретракцией трикуспидального (ТК) клапана и его слиянием с эндокардом [14, 39, 40]. При левосторонней форме ЭФ, поражая папиллярные мышцы (преимущественно заднюю), фиброз переходит на заднюю створку митрального клапана (МК). Она начинает прилегать к эндокарду задней стенки ЛЖ и со временем иммобилизуется, приводя к выраженной эксцентрической митральной регургитации. На МРк-сканах прослеживается сплошная фиброзная поверхность, идущая от желудочка к предсердию, где створка вросла и образовала эндокардиальную «фиброзную «полочку». Передняя створка, несмотря на частичное поражение, сохраняет подвижность, что делает МК клапан функционально одностворчатый [14]. Cine-SSFP и фазово-контрастные МР-сканы позволяют оценить не только характеристику движения и морфологию деформированного клапанного аппарата, но и объем потока регургитации [25].

В предсердиях наряду с выраженной дилатацией также могут наблюдаться и очаговые фиброзные изменения. Это предрасполагает к развитию как мерцательной аритмии (до 30% случаев), так и легочной тромбоэмболии [3, 4, 14, 28, 41, 42]. При этом риск возникновения фибрилляции коррелирует с размером самих предсердий [43].

В конечном итоге, формирование «ложного дна», рестриктивный тип физиологии, клапанная дисфункция и дилатация предсердий являются финальным этапом развития ЭФ, обуславливающим типичную МРТ-картину: маленькие желудочки и выраженная дилатация предсердий (сердце «Микки Мауса») [13, 33].

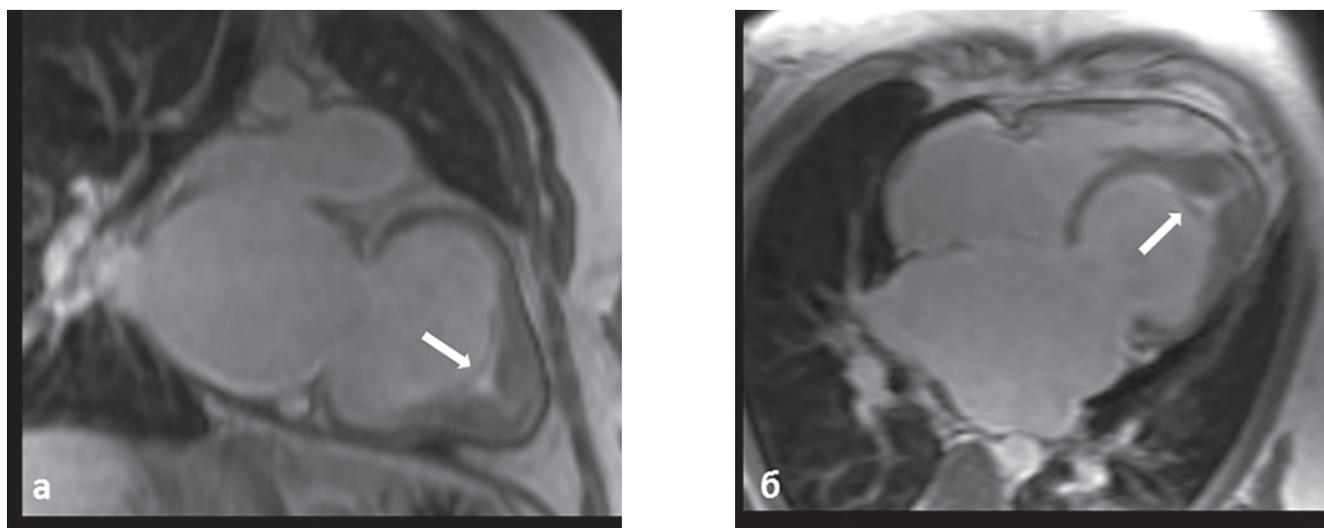


Рис. 1. МРТ сердца. T1 – последовательность. а) двухкамерная проекция. б) четырехкамерная проекция. МР – сигнал линейно «V»-образно усилен от эндокардиальной части апикального отдела ЛЖ (обозначено стрелкой)

Таблица 1

Эхокардиографические критерии диагностики и оценки тяжести эндокардиального фиброза

Большие критерии	
1. Эндокардиальные бляшки более 0,2 см в толщину	2
2. Тонкие ($\leq 0,1$ см) эндокардиальные участки, поражающие более одной стенки желудочка	3
3. Облитерация правого желудочка или верхушки левого желудочка	4
4. Тромбы или спонтанное эхоконтрастирование без выраженной желудочковой дисфункции.	4
5. Ретракция верхушки правого желудочка (верхушечная вырезка правого желудочка)	4
6. Дисфункция атриовентрикулярных клапанов вследствие «прилипания» клапанного аппарата к стенке желудочка (балл выставляется в соответствии со степенью регургитации)	1 – 4
Малые критерии	
1. Тонкие эндокардиальные участки локализуются на одной стенке желудочек	1
2. Рестриктивный характер кровотока через митральный или трехстворчатый клапаны	2
3. Диастолическое открытие легочного клапана	2
4. Диффузное утолщение передней створки митрального клапана	1
5. Увеличенное предсердие при нормальных размерах желудочка	2
6. М-движение межжелудочковой перегородки и плоской задней стенки	1
7. Повышенная плотность модератора или других внутрижелудочковых тяжей	1

Для верификации диагноза необходимо наличие двух больших критериев или одного большого и двух малых. Общий балл: до 8 легкая форма, от 8 до 15 средняя степень, более 15 тяжелая форма ЭФ.

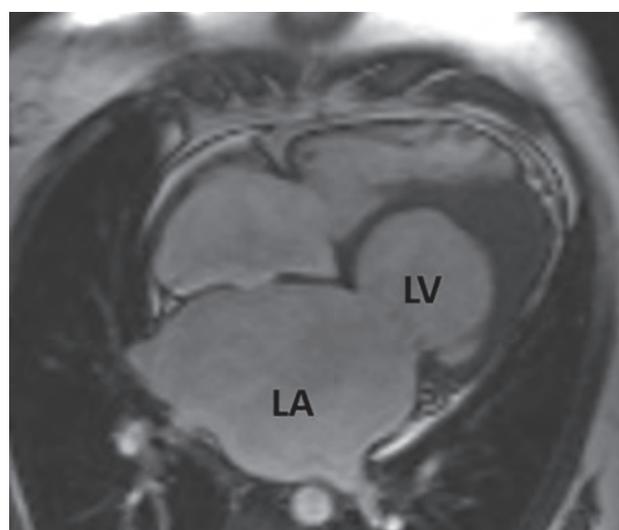
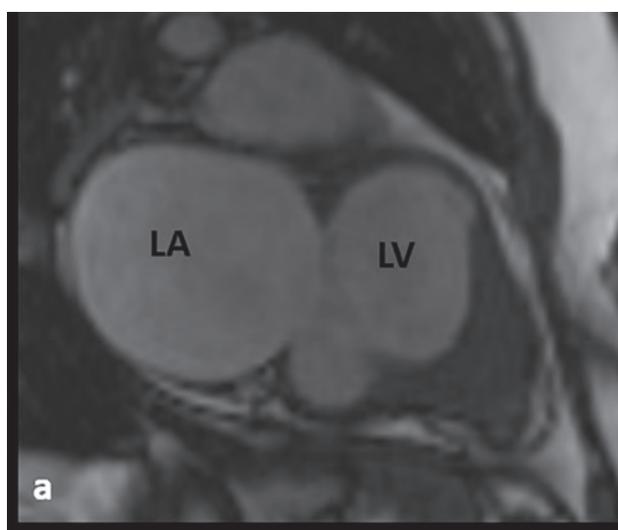


Рис. 2. МРТ сердца. T1 – последовательность. а) двухкамерная проекция. б) четырехкамерная проекция. МР – сигнал линейно «V»-образно усилен от эндокардиальной части апикального отдела ЛЖ (обозначено стрелкой)

Ранняя диагностика ЭФ затруднена, поскольку начальные признаки заболевания отсутствуют или неспецифичны, а ЭхоКГ критерии для диагностики и классификации ЭФ применимы исключительно на поздних стадиях (таблица 1) [5]. Метод МРТ в сравнении с ЭхоКГ дает не только больший объем диагностической информации, но и возможность оценки заболевания на ранних этапах. В воспалительную и подострую фазы ЭФ МРТ позволяет выявить признаки миокардита, а также тромбы в нормально сокращающемся желудочке в области верхушки и в подклапанном аппарате [5, 36]. В последнем случае, МРТ в сравнении с ЭхоКГ обладает не только большей чувствительностью и специфичностью, но и возможностью оценить характер тромбов, а значит и фазу ЭФ [44]. Острые тромбы выглядят яркими на T1 и T2 МРТ сканах, в то время как подострые по отношению к миокарду имеют более высокий T1 и более низкий T-сигнал. Хронические организованные тромбы в результате низкого содержания воды и кальцификации гипоинтенсивны на T1 и T2-последовательностях [16, 20].

На поздней стадии ЭФ основными диагностическими паттернами являются: апикальный фиброз с вовлечением более 1 стенки без четкой связи с зонами коронарного кровоснабжения, облитерация желудочков с их СД дисфункцией, поражение приносящего тракта, АВ клапанов и подклапанных структур [22-24]. В запущенных случаях возможна эндокардиальная кальцификация – один из патогномичных признаков ЭФ [9, 12, 41, 45]. Кальцинаты на МРТ определяются в виде очагов пониженного сигнала на фоне «ярких» постконтрастных участков фиброзных изменений. Метод компьютерной томографии (КТ) более точно верифицирует их в виде эндокардиальных гиперденсных зон костной плотности. Случаи же массивной кальцификации облитерированной верхушки желудочка крайне редки и лучше диагностируются методом КТ [12].

У пациентов с ЭФ важна как волюмометрическая, так и морфофункциональная оценка наступивших изменений. Размеры желудочков, как правило, бывают уменьшены. По данным МРТ индекс конечного диастолического объема ПЖ в среднем составляет 56 ± 20 мл/м² а для ЛЖ 57 ± 15 мл/м². При этом фракция выброса желудочков сохранена или незначительно снижена [16]. Немаловажным является проведение оценки объемов отложения фиброзной ткани в желудочках сердца, индексированной к площади поверхности тела (BSA).

Увеличение ее объемов ассоциировано с высоким функциональным классом хронической сердечной недостаточности и более высокой вероятностью проведения операции эндокардэктомии. А значение объемов фиброзной ткани к BSA более 19 мл/м² является единственным независимым предиктором смертности с зарегистрированным относительным риском 10,8 [16].

Метод МРТ позволяет не только подтвердить наличие ЭФ, но и дифференцировать его от других состояний, приводящий к апикальной облитерации или поражению клапанного аппарата сердца. Фиброзный процесс, затрагивая АВ клапан и подклапанные структуры, маскируется под ревматический порок сердца (РПС). Но при ревматизме утолщение створок обычно ограничено верхушкой клапана, поражением хорд и не связано с утолщением эндокарда и облитерацией желудочка [14, 36, 46, 47]. Скорость струи регургитации будет выше, а дилатация предсердия не так выражена. При РПС отсутствует признак «прилипания клапана», часто встречающийся при ЭФ. Наличие одновременно двух заболеваний значительно затрудняет дифференциальную диагностику. Такие случаи описаны в зарубежной литературе, но они единичны [10, 48, 49].

Случаи сочетания ЭФ с апикальной формой гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП) (синдром Ямагучи) по данным зарубежных авторов не только крайне редки, но и наиболее сложны в проведении дифференциальной диагностики [50-52] (рисунок 2). Если ЭФ поражает преимущественно в молодом возрасте, то ГКМП чаще наблюдается у мужчин на четвертом десятилетии жизни [53, 54]. Для ГКМП характерна ассиметричная гипертрофия верхушки, признаки внутрижелудочковой обструкции и специфическая конфигурация ЛЖ в диастолу в форме «туз пик». При ЭФ не наблюдается постепенной облитерации полости, а апикальный отдел ЛЖ имеет усеченный вид. Апикальная облитерация при гипертрофии усиливается в систолу ЛЖ, а при ЭФ не зависит от сердечного цикла [24]. После введения контраста для ГКМП характерно гетерогенное «пятнистое» усиление МР-сигнала в гипертрофированном миокарде за счет очагов фиброза, а после перенесенного инфаркта – линейного рубца или апикальной аневризмы [55-57]. Для ЭФ патогномичным является «V» или «двойной V признак». Случаи выявления апикального тромба или кальцификации верхушки ЛЖ при ГКМП редки и требуют исключения патологии со стороны приносящего

тракта и клапанного аппарата сердца [58, 59].

После перенесенного инфаркта миокарда в апикальном отделе может сформироваться аневризма, просвет которой выполнен тромбом. МРТ наглядно демонстрирует аномальное движение (акинез или дискинез) истонченной стенки аневризмы, а отсроченное контрастирование всегда имеет трансмуральный характер и четко связано с зонами коронарного кровоснабжения [60-62]. В то время как при ЭФ систолическое движение апикальных отделов сохраняются, стенки желудочка не истончены, а контрастирование имеет V-образный характер.

При правожелудочковой форме ЭФ выраженная дилатация предсердия в сочетании с облитерацией полости ПЖ могут привести к значительной ретракции трикуспидального клапана, что имитирует аномалию Эбштейна. Исключить врожденный порок сердца возможно методом МРТ. Динамические и постконтрастные МР – сканы наглядно демонстрируют специфические паттерны ЭФ: «грибовидный признак», рубцевание папиллярных мышц и сухожильных хорд, ограничение подвижности створок [63]. Левожелудочковую форму ЭФ следует дифференцировать от дилатационной кардиомиопатии. При кардиомиопатии полость ЛЖ также имеет сферическую конфигурацию, однако объем ее увеличен значительно, а накопление контрастного препарата в стенках не наблюдается или носит интрамуральный характер [64].

Проведение дифференциальной диагностики может потребоваться в случае обнаружения констриктивного перикардита у пациентов, проживающих в регионах с высокой заболеваемостью туберкулезом. Однако нормальная толщина миокарда, а также отсутствие признаков облитерации верхушки желудочка и выраженной дилатации предсердий позволяют исключить эндокардиальный фиброз [65].

Метод МРТ позволяет провести дифференциальную диагностику ЭФ с более редко встречающимися врожденными и приобретенными заболеваниями сердца. Для болезни Шагаса патогномичным является наличие апикальной аневризмы, а отсроченное контрастирование в апикальном и базальном отделах носит интрамуральный или субэпикардиальный характер [66, 67]. Некомпактный миокард желудочка характеризуется выраженными трабекулами, глубокими межтрабекулярными углублениями и тонким уплотненным слоем миокарда. Введение контраста позволяет

подтвердить отсутствие очагов отсроченного контрастирования [68]. При амилоидозе наблюдается диффузная гипертрофия стенок желудочка с характерным субэндокардиальным усилением. Однако заболеванию несвойственна апикальная облитерация с отложением тромботических масс [69]. При опухолевом поражении сердца может наблюдаться апикальная облитерация желудочка. Метод контрастной МРТ позволяет провести не только морфологическую оценку стенки желудочка, но и исключить эндокардиальное фиброзное поражение [70].

В современной медицине большим шагом в диагностике, дифференциальной диагностике и оценке тяжести эндокардиального фиброза стал метод магнитно-резонансной томографии. Особенно актуально его использование в раннем периоде заболевания из-за отсутствия четких клинико-эхокардиографических критериев [5].

В оценке наступивших морфофункциональных изменений МРТ также дает исчерпывающий объем диагностической информации и позволяет отказаться от проведения биопсии, при которой диагноз считается окончательным только у 50% больных [16, 17].

Однако, несмотря на стремительное развитие медицинских технологий этиология и патогенез ЭФ остаются до конца не изучены. А география заболевания ограничена преимущественно африканским континентом с эпицентром в ее центральной части – Уганде. Возможно, по этой причине многие ученые указывали на загадочное сходство между формой правого желудочка с признаками ретракции верхушки и картой Африки. Поэтому болезнь Дэвиса до сих пор называют «сердцем Африки» – научная загадка и актуальная проблема 21 века!

Выводы:

Применение метода МРТ у пациентов с эндокардиальным фиброзом существенно повышает точность диагностики заболевания.

МРТ следует использовать для мониторинга пространственных и временных изменений во время лечения и перед кардиохирургическим вмешательством.

Литература

1. Davies J.N.P. Endocardial fibrosis in Africans. East Afr Med J. 1948;25:10-16.
2. Chatterjee K., London B., Heistad D., Kerber R.E. Cardiology: An Illustrated Textbook. Volume 2. 2013.

3. Moller J.H., Hoffman J.I.E. *Pediatric Cardiovascular Medicine*, 2nd Edition. 2012.
4. Grimaldi A., Mocumbi A.O., Freers J., et al. Tropical endomyocardial fibrosis: natural history, challenges, and perspectives. *Circulation*. 2016 Jun 14;133(24):2503-15. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.021178
5. Mocumbi, A.O., Ferreiro, M.B., Sidi D., Yacoub, M.H. A Population Study of Endomyocardial Fibrosis in a Rural Area of Mozambique. 2008 Jul 3;359(1):43-9. doi:10.1056/NEJMoa0708629.
6. Bhatti K., Bandlamudi M., Lopez - Mattei J. Endomyocardial Fibrosis. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. PMID: 30020665 Bookshelf ID: NBK513293
7. Mocumbi, A.O., Stothard J.R., Correia-de-Sá P., Yacoub M. Endomyocardial Fibrosis: an Update After 70 Years. Review. 2019 Nov 22;21(11):148. doi:10.1007/s11886-019-1244-3.
8. Cilliers A.M., Adams P.E., Mocumbi A.O. Early presentation of endomyocardial fibrosis in a 22-month-old child: a case report. 2011 Feb;21(1):101-3. doi:10.1017/S1047951110001460.
9. Moller J. H., Hoffman J.I.E. *Pediatric Cardiovascular Medicine*, 2nd Edition. 2012.
10. Cruz E.M., Ivy D., Jagers J. *Pediatric and Congenital Cardiology, Cardiac Surgery and Intensive Care*. 2014. doi:10.1007/978-1-4471-4619-3_164
11. Jatene M.B., Contreras I.S., Lameda L.C., et al. Endomyocardial fibrosis in infancy. *Arq Bras Cardiol* 2003;80(4):438-45. doi:10.1590/s0066-782x2003000400007.
12. Jallal H., Belabbes S. S., Belabbes S.S., Khatouri A. An unusual tropical endomyocardial fibrosis: a case report. *Pan African Medical Journal* 2022. doi:10.11604/pamj.2022.41.8.32886
13. Bukhman G., Ziegler J., Parry E. Endomyocardial fibrosis: still a mystery after 60 years. 2008 Feb 27;2(2):e97. doi:10.1371/journal.pntd.0000097.
14. Beaton A., Mocumbi A.O. Diagnosis and Management of Endomyocardial Fibrosis. 2017 Feb;35(1):87-98. doi:10.1016/j.ccl.2016.08.005.
15. Matarneh A.S., Ali H.Y., Karim S.A., Kuwari M.A., Dabdoob W. Endomyocardial fibrosis in a non-tropical patient who presented with chest pain mimicking ACS and left ventricular thrombus, case report. 2022 May 23;10(5):e05021. doi: 10.1002/ccr3.5021.
16. Salemi V. M. C., Rochitte C. E., Shiozaki A.A., et al. Late gadolinium enhancement magnetic resonance imaging in the diagnosis and prognosis of endomyocardial fibrosis patients. *Circ Cardiovasc Imaging* 2011;4:304-11. doi:10.1161/CIRCIMAGING.110.950675.
17. From A.M., Maleszewski J.J., Rihal C.S. Current status of endomyocardial biopsy. 2011 Nov;86(11):1095-102. doi:10.4065/mcp.2011.0296.
18. Verma V.K., Zafar K.S. Tropical endomyocardial fibrosis: an overview. *Int J Res Med Sci*. 2014 Nov;2(4):1267-1277
19. Mocumbi A.O. Endomyocardial fibrosis: A form of endemic restrictive cardiomyopathy. *Glob Cardiol Sci Pract*. 2012; 2012(1): 11. doi:10.5339/gcsp.2012.11
20. Syed I.S., Martinez M.W., Feng D.L., Glockner J.F. Cardiac magnetic resonance imaging of eosinophilic endomyocardial disease. *Int J Cardiol* 2008;126(3):e50-e52. DOI: 10.1016/j.ijcard.2007.01.019
21. Latona J., Jayasinghe R., Niranjan S. Restrictive cardiomyopathy as a result of endomyocardial fibrosis from hypereosinophilia. *Intern Med J* 2015;45(1):115-117. doi:10.1111/imj.12639
22. Leyn D., Martнn M., Corros C., et al. Usefulness of cardiac MRI in the early diagnosis of endomyocardial fibrosis. *Rev Port Cardiol* 2012;31(5):401-402. doi:10.1016/j.repc.2011.12.016.
23. Carneiro A.C., Mochiduky R.I., Zancaner L.F., et al. A new typical finding in late gadolinium enhanced images for the diagnosis of endomyocardial fibrosis: the double V sign. *J Cardiovasc Magn Reson* 2011;13(suppl 1):O40. doi:10.1186/1532-429X-13-S1-O40
24. Hassan W.M., Fawzy M.E., Al Helaly S., Hegazy H., Malik S. Pitfalls in diagnosis and clinical, echocardiographic, and hemodynamic findings in endomyocardial fibrosis: a 25-year experience. *Chest* 2005;128(6):3985-3992. doi:10.1378/chest.128.6.3985
25. Cury R.C., Abbara S., Sandoval L.J., Houser S., Brady T.J., Palacios I.F. Images in cardiovascular medicine: visualization of endomyocardial fibrosis by delayed-enhancement magnetic resonance imaging. *Circulation* 2005;111 (9):e115-e117. doi:10.1161/01.CIR.0000157399.96408.36
26. Lexow J., Poggioli T., Sarathchandra P., Santini M.P., Rosenthal N. Cardiac fibrosis in mice expressing an inducible myocardial-specific Cre driver. *Dis Model Mech*. 2013, 6:1470-6. doi:10.1242/dmm.010470.
27. Rana Y., Tummala R., Kim B., Misra D. Endomyocardial Fibrosis Found Incidentally on Cardiac Imaging. *Cureus*. 2021 Aug 15;13(8):e17186. doi:10.7759/cureus.17186.
28. Vazquez F., Bautista L., Navarrete A., et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension associated with endomyocardial fibrosis of the right ventricle. *Arch Bronconeumol* 2003;39(8):370-2 [in Spanish]. doi:10.1016/s0300-2896(03)75406-4.
29. Zientek D.M., King D.L., Dewan S.J., et al. Hypereosinophilic syndrome with rapid progression of cardiac involvement and early echocardiographic abnormalities. *Am Heart J*. 1995 Dec;130(6): 1295-8. doi:10.1016/0002-8703(95)90161-2
30. Khalil S. I. Endomyocardial Fibrosis: Diagnosis and Management. *J. of Vascular Diagnostics and Interventions*. 2020 Volume 2020:8 Pages 1-9. doi:10.2147/JVD.S196348
31. Qureshi N., Amin F., Chatterjee D., Prasad S., Al-Obaidi M., Missouri C. MR imaging of endomyocardial fibrosis (EMF). *Int J Cardiol* 2011;149(1):e36-e37. doi:10.1016/j.ijcard.2009.03.091
32. Berensztein C. S., Pineiro D., Marcotegui M., et al. Usefulness of echocardiography and Doppler echocardiography in endomyocardial fibrosis. *J Am Soc Echocardiogr* 2000;13(5):385-92. doi:10.1016/s0894-7317(00)70008-3

33. Salemi V.M.C., Rochitte C.E., Barbosa M.M., Mady C. Clinical and echocardiographic dissociation in a patient with right ventricular endomyocardial fibrosis. *Heart*. 2005;91:11, 1399. doi:10.1136/hrt.2005.063610
34. Carvalho F.P., Azevedo C.F. Comprehensive Assessment of Endomyocardial Fibrosis with Cardiac MRI: Morphology, Function, and Tissue Characterization. *Radiographics*. 2020 Mar-Apr;40(2):336-353. doi:10.1148/rg.2020190148.
35. Gonçalves R., Meel R. A case of biventricular endomyocardial fibrosis complicated by right ventricular outflow tract aneurysms. *S Afr Med J*. 2016 May 19;106(6):52-4. doi:10.7196/SAMJ.2016.v106i6.9056.
36. Muthiah R. Endomyocardial Fibrosis: Echocardiographic Profile. *Case Reports in Clinical Medicine* Vol.5 No.5, May 2016. doi:10.4236/crcm.2016.55034
37. Trigo, J., Camacho, A., Gago, P., et al. Endomyocardial Fibrosis. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 2010; 29, 445-449.
38. Mocumbi, A.O., Sidi, D., Vouhe, P., Yacoub, M. An Innovative Technique for The Relief of Right Ventricular Trabecular Cavity Obliteration in Endomyocardial Fibrosis. *Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*, 2007; 134, 1070-1072. doi:10.1016/j.jtcvs.2007.04.062
39. Sivasankaran S. Restrictive cardiomyopathy in India: the story of a vanishing mystery. *Heart*. 2009; 95:9-14. doi:10.1136/hrt.2008.148437.
40. Tharakan J., Bohora S. Current perspective on endomyocardial fibrosis. *JSTOR*. Vol 97, №3, pp. 405-410. <https://www.jstor.org/stable/24112008>
41. Mocumbi A.O., Carrilho C., Sarathchandra P, et al. Echocardiography accurately assesses the pathological abnormalities of chronic endomyocardial fibrosis. *Int J Cardiovasc Imaging* 2011;27(7): 955-64. doi:10.1007/s10554-010-9753-6
42. Ribeiro P.A., Muthusamy R., Duran C.M. Right-sided endomyocardial fibrosis with recurrent pulmonary emboli leading to irreversible pulmonary hypertension. *Br Heart J* 1992; doi:10.1136/hrt.68.9.326.
43. Freers J., Mayanja-Kizza H., Rutakingirwa M., Gerwing E. Endomyocardial fibrosis: why is there striking ascites with little or no peripheral oedema? *Lancet* 1996; 347(8995):197. doi:10.1016/s0140-6736(96)90383-9
44. Srichai M.B., Junor C., Rodriguez L.L, et al. Clinical, imaging, and pathological characteristics of left ventricular thrombus: a comparison of contrast-enhanced magnetic resonance imaging, transthoracic echocardiography, and transesophageal echocardiography with surgical or pathological validation. *Am Heart J* 2006;152(1):75-84. doi:10.1016/j.ahj.2005.08.021
45. Iglezias S.A., Benvenuti L.A., Calabrese F., et al. Endomyocardial fibrosis: pathological and molecular findings of surgically resected ventricular endomyocardium. *Virchows Arch*. 2008;453:233_241. doi:10.1007/s00428-008-0652-3
46. Saraiva, L.R., Carneiro, R.W., Arruda, et al. Mitral Valve Disease with Rheumatic Appearance in the Presence of Left Ventricular Endomyocardial Fibrosis. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 1999; 72, 327-332. doi:10.1590/s0066-782x1999000300006.
47. Metras D., Coulibaly A., Quattara K., et al. Endomyocardial Fibrosis Masquerading as Rheumatic Mitral Incompetence, A Report of Six Surgical Cases. *Journal of Thoracic Cardiovascular Surgery*, 1983; 86, 753-756. PMID: 6632949
48. Shaper A.G. Endomyocardial fibrosis and rheumatic heart-disease. *Lancet* 1966;1(7438):639-41. doi:10.1016/s0140-6736(66)90831-2.
49. Bohara D.A., Ghogare M.S., Taksande A.R., et al. Predominant RV endomyocardial fibrosis masking rheumatic mitral stenosis. *J Assoc Physicians India* 2014;62(5):438-41. PMID: 25438498
50. Aliaga V., Sánchez-Herrera A.P., Pons-Lladó G. Endomyocardial fibrosis associated with apical hypertrophic cardiomyopathy. *SCMR*. Number 15-05. <https://scmr.org/page/COW1505/Number-15-05-Endomyocardial-fibrosis-associated-with-apical-hypertroph.htm>.
51. Huang W., Guan L., Liu L., Mu Y. Apical hypertrophic cardiomyopathy with apical endomyocardial fibrosis and calcification: Two case reports. *Medicine (Baltimore)*. 2019 Jul;98(27):e16183. doi:10.1097/MD.00000000000016183.
52. Muthukumar L., Jan F., Whitnah J., Jamil A. Coexistence of apical hypertrophic cardiomyopathy and endomyocardial fibrosis with calcification: diagnosis using multimodality imaging. *ESC Heart Fail*. 2016 Dec;3(4):278-281. doi:10.1002/ehf2.12100.
53. Kitaoka H., Doi Y., Casey S.A., et al. Comparison of prevalence of apical hypertrophic cardiomyopathy in Japan and the United States. *Am J Cardiol* 2003;92:1183-6. doi:10.1016/j.amjcard.2003.07.027
54. Eric C., Towe J. Martijn Bos, genotype-phenotype correlations in apical variant hypertrophic cardiomyopathy. *Congenital Heart Disease* 2015;10:E139-145. doi:10.1111/chd.12242
55. Huang G., Fadl S.A., Sukhotski S., Matesan M. Apical variant hypertrophic cardiomyopathy “multimodality imaging evaluation. *Int J Cardiovasc Imaging* 2020;36:553-61. doi:10.1007/s10554-019-01739-x
56. Hughes R.K., Knott K.D., Malcolmson J., Augusto J.B., Mohiddin S.A., Kellman P, et al. Apical hypertrophic cardiomyopathy: the variant less known. *J Am Heart Assoc* 2020;9:e015294. doi:10.1161/JAHA.119.015294
57. Noureldin R.A., Liu S., Nacif M.S., et al. The diagnosis of hypertrophic cardiomyopathy by cardiovascular magnetic resonance. *J Cardiovasc Magn Reson* 2012;14(1):17. doi:10.1186/1532-429X-14-17
58. Kaimoto S., Kawasaki T., Yamano M., et al. Intramyocardial calcification in a patient with apical hypertrophic cardiomyopathy. *Internal Med* 2012;51:1523-6. doi:10.2169/internalmedicine.51.7323
59. Saba S.G., Makaryus J.N., Rahmani N., et al. Histologic sequelae of apical hypertrophic cardiomyopathy: dystrophic calcification. *Clin Med Insights Cardiol* 2017; doi:10.1177/1179546817710934
60. Delewi R., Zijlstra F., Piek J.J. Left ventricular

- thrombus formation after acute myocardial infarction. *Heart* 2012;98(23):1743–1749. doi:10.1136/heartjnl-2012-301962.
61. Kim H.W., Farzaneh-Far A, Kim RJ. Cardiovascular magnetic resonance in patients with myocardial infarction: current and emerging applications. *J Am Coll Cardiol* 2009;55(1):1–16. doi:10.1016/j.jacc.2009.06.059
62. Mahrholdt H., Wagner A., Judd R.M., Sechtem U., Kim R.J. Delayed enhancement cardiovascular magnetic resonance assessment of non-ischaemic cardiomyopathies. *Eur Heart J* 2005;26(15):1461–1474. doi:10.1093/eurheartj/ehi258.
63. Buturak A., Saygili O., Ulus S., et al. Right ventricular endomyocardial fibrosis mimicking Ebstein anomaly in a patient with Behcet's disease: case report and review of the literature. *Mod Rheumatol* 2014;24(3):532–536. doi:10.3109/14397595.2013.874731.
64. Schelbert E.B., Elkayam U., Cooper L.T., et al. Myocardial Damage Detected by Late Gadolinium Enhancement Cardiac Magnetic Resonance Is Uncommon in Peripartum Cardiomyopathy. *J Am Heart Assoc* 2017;6(4):e005472. doi:10.1161/JAHA.117.005472.
65. Mocumbi A.O., Falase A.O. Recent advances in the epidemiology, diagnosis and treatment of endomyocardial fibrosis in Africa. *Heart* 2013;99(20):1481–7. doi:10.1136/heartjnl-2012-303193
66. Weinsaft J.W., Kim H.W., Shah D.J., et al. Detection of left ventricular thrombus by delayed-enhancement cardiovascular magnetic resonance: prevalence and markers in patients with systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 2008;52(2):148–157. doi:10.1016/j.jacc.2008.03.041
67. Rochitte C.E., Oliveira P.F., Andrade J.M., et al. Myocardial delayed enhancement by magnetic resonance imaging in patients with Chagas' disease: a marker of disease severity. *J Am Coll Cardiol* 2005;46(8):1553–1558. doi:10.1016/j.jacc.2005.06.067
68. Arbustini E., Favalli V., Narula N., Serio A., Grasso M. Left Ventricular Noncompaction: A Distinct Genetic Cardiomyopathy? *J Am Coll Cardiol* 2016;68(9):949–966. [Published correction appears in *J Am Coll Cardiol* 2016;68(16):1821.] doi:10.1016/j.jacc.2016.05.096
69. Carvalho F.P., Erthal F, Azevedo C.F. The Role of Cardiac MR Imaging in the Assessment of Patients with Cardiac Amyloidosis. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2019;27(3):453–463. doi:10.1016/j.mric.2019.04.005
70. Motwani M., Kidambi A., Herzog B.A., et al. MR imaging of cardiac tumors and masses: a review of methods and clinical applications. *Radiology* 2013;268(1):26–43. doi:10.1148/radiol.13121239.

Контакты авторов:

Карпунин В.Г.

e-mail: slava-k2@yandex.ru

Конфликт интересов: отсутствует

УДК 616-071:616.13-004.6:611.98

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.71.12.008

© Коллектив авторов, 2024

Крашутский В.В.**РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ СКОРОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО КРОВОТОКА, МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ДИСТАЛЬНОГО РУСЛА, СТЕПЕНИ ИШЕМИИ, ДЕФИЦИТА ПЕРФУЗИИ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ КОНЕЧНОСТЕЙ С ^{99m}Tc-ДИЭТИЛЕНТРИАМИНПЕНТААЦЕТАТОМ И ^{99m}Tc-ПИРОФОСФАТОМ ПРИ АТЕРОСКЛЕРОЗЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ АРТЕРИЙ**

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий – Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневецкого» Министерства обороны Российской Федерации, городской округ Красногорск, Московская область, Россия

Аннотация. В статье представлены краткая история радионуклидных методов исследования микроциркуляции конечностей и авторские методики изучения скорости магистрального кровотока, микроциркуляции дистального русла, степени ишемии, дефицита перфузии и жизнеспособности тканей конечностей с ^{99m}Tc-диэтиленetriаминпентауксусной кислотой и ^{99m}Tc-пирофосфатом для диагностики, прогноза и оценки эффективности консервативного и хирургического лечения облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей. **Ключевые слова:** перфузионная сцинтиграфия конечностей, скорость магистрального кровотока, микроциркуляция дистального русла, дефицит перфузии, степень ишемии и жизнеспособность конечностей, облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей.

Krashutsky V.V.**RADIONUCLIDE METHODS FOR STUDYING THE VELOCITY OF THE MAIN BLOOD FLOW, MICROCIRCULATION OF THE DISTAL BED, DEGREE ISCHEMIA, PERFUSION DEFICIT AND LIMB VITALITY WITH ^{99m}Tc-DIETHYLENETRIAMINPENTAACETATE AND ^{99m}Tc-PYROPHOSPHATE IN ATHEROSCLEROSIS OF PERIPHERAL ARTERIES**

Federal state budgetary institution «National Medical Research Center for High Medical Technologies - Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, urban District Krasnogorsk, Moscow Region, Russia

Abstract. The article presents a brief history of radionuclide methods for studying the microcirculation of the extremities and the author's methods for studying the speed of the main blood flow, microcirculation of the distal bed, the degree of ischemia, perfusion deficiency and tissue viability of the extremities with ^{99m}Tc-diethylenetriaminopentaacetic acid and ^{99m}Tc-pyrophosphate for diagnosis, prognosis and evaluation of the effectiveness of conservative and surgical treatment of obliterating diseases of the arteries of the lower extremities.

Keywords: perfusion scintigraphy of the extremities, main blood flow velocity, distal microcirculation, perfusion deficiency, degree of ischemia and viability of the extremities, obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities.

ВВЕДЕНИЕ

Заболеваниями периферических артерий страдают более 200 миллионов человек во всем мире [1]. В развитых странах данной патологией страдают 5,3% пациентов в возрасте 45-50 лет и 18,6% пациентов в возрасте 85-90 лет, в развивающихся странах – 4,6% и 15% соответственно [2]. Хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей (ОЗАНК) связаны с ухудшением качества жизни, потерей конечностей, инвалидностью, повышенным риском сердечно-сосудистой смертности [3]. Больные с разной степенью выраженности хронической ишемии нижних конечностей (I-IIa и IIб – III) характеризуются сопоставимо высокой частотой встречаемости кардиоцеребральной патологии: наличием перенесенного в анамнезе инфаркта миокарда (32,2 и 36,1%), инсульта (10,0 и 19,9%), стенокардии (49,0 и 62,9%), стенозов экстракраниальных артерий (32,1 и 24,9%) [4]. Неблагоприятный исход при ОЗАНК

(летальный исход, не фатальные инфаркт миокарда и инсульт, ампутация конечности) отмечен у 12,3% больных [5]. Число случаев критической ишемии конечностей варьирует от 50 до 100 на каждые 100 тыс. населения Европейских стран и США. Распространенность острой ишемии нижних конечностей согласно нескольким национальным регистрам и региональным обзорам составляет 140/миллион/год [6].

Актуальность проблемы обусловлена большой распространенностью заболевания, высоким уровнем летальности от его осложнений, трудностями в лечении, ранней инвалидизации пациентов, так как примерно 10% из них подвергаются ампутации конечностей [7-9]. Сохраняется высокий процент «больших» ампутаций конечностей, выполняемых в связи с развитием окклюзионно-стенотических форм атеросклероза. Летальность в послеоперационном периоде достигает 40%, а в течение ближайших 5 лет остается на цифрах 85% по данным

разных авторов [10-12]. Наиболее частым осложнением после проведения высоких ампутаций конечности является инфекция раны культи бедра, которая встречается в 11-23,1% случаев [13].

На наш взгляд, это связано с тем, что, не смотря на значительный прогресс в изучении, все еще остаются недостаточно ясными отдельные звенья патогенеза атеросклероза и облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей, в частности. Недостаточно изучена роль нарушений микроциркуляции дистального русла в патогенезе и прогнозе заболевания. Поэтому понятен постоянный поиск надежных методов объективной оценки микроциркуляции при ишемии нижних конечностей.

Инструментальная диагностика заболеваний магистральных сосудов нижних конечностей включает в себя большой арсенал диагностических средств (радионуклидная, рентгеноконтрастная и субтракционная дигитальная ангиография, ультразвуковая и лазерная доплерометрия, доплерография, реовазография, осциллография, тахиосциллография, хронаксиметрия, плетизмография), тогда как методические возможности оценки состояния капиллярного кровотока весьма ограничены и сводятся на практике к капилляроскопии, чрескожному определению парциального давления кислорода полярографическим методом и методу локального клиренса по Kety [36] в различных модификациях, которые не позволяют определять диффузию вещества через поры капилляров в межклеточное пространство, а лишь их резорбцию из внутрикожного, подкожного или внутримышечного депо.

Известны две группы радиоизотопных методов исследования так называемого тканевого кровотока и периферического кровообращения: 1) в направлении из тканей в сосуды по скорости полувыведения после внутрикожного, подкожного или внутривенного введения легко проникающих через стенку капилляров таких радиофармпрепаратов (РФП), как $^{24}\text{NaCl}$ [36], ^{85}Kr , ^{133}Xe [37-38]; 2) в направлении из сосудов в ткани по скорости накопления в голених или стопах РФП как легко диффундирующих во внесосудистое пространство (^{131}NaI , $^{22}\text{NaCl}$, ^{42}KCl), так и не проникающих в него за время исследования (альбумин- ^{131}I). Если первый метод позволяет судить о сосудистой проницаемости и состоянии микроциркуляции, то второй – об их преимущественно артериальной проходимости.

Однако, радионуклидная оценка тканевого кровотока и периферического кровообращения указанными методиками сопряжена, с одной стороны с двухкратным, растянутым во времени введением двух в биохимическом и физико-химическом

отношении различных, в частности тиреотропных РФП, требующих предварительной блокады щитовидной железы, с другой – необходимостью внутрикожного, подкожного или внутримышечного введения РФП на разных уровнях конечностей. Все это не только обременительно для пациента и персонала, увеличивает диагностический период, но и не позволяет определить перфузию тканей – транспорт того или иного вещества с кровью в тканях конечности, скорость как его поступления, накопления, так и выведения.

В этой связи, нами предложен радионуклидный метод изучения микроциркуляции дистального русла с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -диэтилентриаминпентауксусной кислотой ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА) (Крашутский В.В., 1989, 1990) [16, 17], позволяющий исследовать как процесс диффузии РФП из капилляров в ткани, так и обратное – из межклеточной жидкости в капиллярное русло на разных уровнях конечностей на гамма-камере с компьютером при однократном внутривенном введении РФП. В связи с необходимостью определения метаболизма костной ткани, некроза мышц конечностей до и после реконструктивных операций на магистральных артериях нижних конечностей, пластических операций на кисти и стопе, лимфедеме методика была усовершенствована (Крашутский В.В., 1995, 1999) [27-29]. Вместо $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА стали использовать остеотропный препарат $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирофосфат, который, как и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА, благодаря малой молекулярной массе фильтруется через поры капилляров в межклеточное пространство и обратно, но в отличие от $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА включается также в метаболизм костной ткани и может накапливаться в некротически измененных мышцах конечностей.

Цель работы – разработка метода перфузионной сцинтиграфии конечностей с определением скорости магистрального кровотока, метаболизма костной и мышечной тканей, показателей микроциркуляции дистального русла, включая дефицит перфузии, степень ишемии и жизнеспособность конечностей, для диагностики, прогноза и оценки эффективности консервативного и хирургического лечения облитерирующих заболеваний артерий нижних конечностей, включая реваскуляризирующую остеотрепанацию, при пластических операциях на кисти и стопе, лимфедеме.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представленная ниже методика с 1989 г. используется в практической работе отделения радионуклидной диагностики ФГБУ «НМИЦ ВМТ им. А.А. Вишневецкого» Минобороны России, а также для научных исследований [18-26], включая диссертационные [30-35]. Этим методом обследовано более 1500 больных, из них только в 5 диссертационных

исследованиях - 1451 человек. В настоящей публикации представлены подробное описание методик исследования, основные параметры нормы и патологии, результаты обследования 182 больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей (ОААНК) по материалам диссертации, выполненной под моим руководством [32].

Методы исследования

Методика изучения скорости магистрального кровотока, микроциркуляции дистального русла, дефицита перфузии, степени ишемии и жизнеспособности тканей конечностей с ^{99m}Tc -ДТПА

Для изучения микроциркуляции нами используется радионуклидная методика перфузионной сцинтиграфии конечностей с Технецием-99м-диэтилен триаминпента-ацетатом (^{99m}Tc -ДТПА) по Крашутскому В.В. [16, 17]. Идея создания метода заключалась в том, чтобы использовать ^{99m}Tc -ДТПА, который применяется для определения скорости клубочковой фильтрации (СКФ), динамической сцинтиграфии почек, нефроангиосцинтиграфии, для определения аналогичных показателей транспорта этого РФП в капиллярах преимущественно мышечных тканей конечностей.

Принцип метода. Диэтилен триаминопентауксусная кислота, меченая Технецием-99м, после внутривенного введения с током крови поступает в капилляры мышечной ткани конечностей, через стенки которых фильтруется в экстрацеллюлярное пространство [39]. Накопление ^{99m}Tc -ДТПА в межклеточной жидкости нарастает до определенного предела, равного равновесию поступления и выведения ее из внутритканевого депо. Конечным этапом кинетики ^{99m}Tc -ДТПА является выведение ее из экстрацеллюлярного пространства. Регистрация указанных процессов осуществляется методом динамической сцинтиграфии на гамма-камере с компьютером.

Оборудование. Планарные гамма-камеры или двухдетекторные однофотонные эмиссионные компьютерные томографы (ОФЭКТ): Гамма-камера типа MB 9100 с компьютером 9101/A фирмы "Gamma" (Венгрия) или оснащенная системой сбора и обработки информации «ГолдРада», гамма-камера LFOV фирмы "Searle" (США-Голландия) с компьютером и пакетом программ сбора и обработки радиоизотопной информации «СЦИНТИПРО», или ОФЭКТ типа E.SAM или ОФЭКТ/КТ типа Symbia Intevo Bold фирмы Siemens, с 2023 г. - двухдетекторный ОФЭКТ производства ЗАО НИПК «Электрон», Россия.

Радиофармпрепарат (РФП). Технеций-99м-ДТПА (ТСК-6 фирмы CIS, Франция или пентатех, РФ). Методика исследования. Испытуемый находится в горизонтальном положении лежа на спине. Детектор гамма-камеры устанавливается под голеньями.

Если используются двухдетекторные ОФЭКТ, запись производится с нижнего детектора, коллиматор низкоэнергетический высокого разрешения в матрицу 64x64 или 128x128. С дисплея компьютера вводится режим сбора информации: 1 группа кадров - 60 кадров по 1 сек (или 20 кадров по 3 сек), 2 группа кадров - 60 кадров по 1 мин каждый. В локтевую вену болюсно вводится 185 МБк Тс-99м-ДТПА и включается запись.

Обработка полученной информации проводится с использованием стандартного пакета программ сбора и обработки радиоизотопной информации типа "Super-SEGAMS" или «СЦИНТИПРО», или «Голдрада» или иные на других планарных гамма-камерах или теперь - на однофотонных эмиссионных компьютерных томографах. На изображениях обеих голени выделяются равные зоны интереса в верхней, средней и нижней третях голени, а также общая область интереса, включающая всю голень, строятся кривые "активность-время". Определяются скорость магистрального кровотока, время максимального накопления (T_{\max}) и полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.). Рассчитываются индекс поступления индикатора (ИПИ), индекс выведения индикатора (ИВИ), коэффициент микроциркуляции (КМ) и дефицит перфузии (ДП) в %.

Методика изучения скорости магистрального кровотока, микроциркуляции дистального русла, степени ишемии, метаболизма и жизнеспособности тканей конечностей с ^{99m}Tc -пирофосфатом

Проводится в 2 этапа. 1 этап проводится аналогично предыдущему методу, но вместо ^{99m}Tc -ДТПА внутривенно вводится 370-740 МБк ^{99m}Tc -пирофосфата (пирфотех). 2 этап проводится через 3 часа после внутривенного введения РФП, предпочтение отдается двухдетекторным гамма-камерам или двухдетекторным ОФЭКТ: сначала выполняется остеосцинтиграфия - сцинтиграфия костей всего тела, затем планарная, при необходимости дополнительно - ОФЭКТ или ОФЭКТ/КТ сцинтиграфия голени (при поражении сосудов верхних конечностей - соответствующие зоны интереса). В отличие от известной трехфазной остеосцинтиграфии [40] [1 фаза (сосудистая) - динамическое исследование 1 мин - 60 кадров по 1 сек, 2 фаза (тканевая) - через 10 мин - планарная сцинтиграфия 1 кадр 5 мин - 600 сек, 3 фаза - через 2-3 часа после внутривенного введения РФП сцинтиграфия костей всего тела, затем сцинтиграфия интересующей области, при необходимости - ОФЭКТ или ОФЭКТ/КТ], в которой не учитываются особенности фармакинетики ^{99m}Tc -ДТПА и ^{99m}Tc -пирофосфата, в нашем исследовании проводится 2-х фазная динамическая сцинтиграфия как и с ^{99m}Tc -ДТПА в течение 61 мин, и

только потом через 3 часа проводится остеосцинтиграфия всего тела и интересующей области.

Материал исследования

Обследовано 182 больных ОААНК I-IV стадии хронической ишемии в возрасте от 42 до 80 лет (средний возраст $55,8 \pm 0,9$ лет), из них 175 мужчин (96,2%) и 7 женщин (3,8%). Диагноз устанавливали на основании общепринятых клинических критериев в соответствии с Методическими рекомендациями ЦВМУ МО СССР [14]. I стадия заболевания установлена у 7 больных (3,8%), II стадия (переменная хромота) - у 88 (48,4%), III стадия (прегангренозная) - у 63 (34,6%), IV стадия (гангренозная) - у 24 (13,2%). Одностороннее поражение установлено у 121 больного (66,5%), двустороннее - у 61 (33,5%). 16 из них - с атеросклеротическим поражением бифуркации аорты (синдромом Лериша), 28 - подвздошных, 138 - бедренных артерий. Стенозы установлены у 40, окклюзии - у 142 больных.

Для оценки влияния консервативного и хирургического лечения на состояние микроциркуляции дистального русла больные были распределены на группы (табл. 1).

I группа - 23 больных ОААНК, получавших "базисную" медикаментозную терапию, которым в течение 10-14 дней внутривенно капельно ежедневно вводили в 400 мл реополиглюкина или гемодеза растворы трентала 5,0 мл, компламина 4,0 мл или никотиновой кислоты 1% - 4,0-5,0 мл, баралгина 5,0 мл, аскорбиновой кислоты 5% - 5,0 мл, папаверина 2% - 4,0 мл или но-шпа 4,0 мл, димедрола 1% - 1,0 мл, эссенциале 5,0 мл. Перорально назначали троксевазин по 1 капс 3 раза в день, продектин или ангиинин по 0,25 г 3 раза в день, тиклид или аспирилин по 125 мг 3 раза в день.

II группа - 44 больных ОААНК, которым на фоне "базисной" медикаментозной терапии проводили гипербарическую оксигенацию (ГБО) (10-12 сеансов по 60-70 мин при 1,5-2,0 ата на отечественной барокамере ОКА-ТМ).

III группа - 21 больной ОААНК, которым на фоне "базисной" медикаментозной терапии проводили гемосорбцию (ГС), используя вено-венозный контур на двух колонках с сорбентом СКН-1К, СКН-2К 1 раз в 3 суток. Проводили не более 3 сорбций. Объем перфузии составлял 2 ОЦК, продолжительность сорбции в среднем 90 мин, скорость перфузии 100 мл/мин. Нейтрализацию гепарина не проводили.

IV группа - 10 больных ОААНК, которым на фоне "базисной" медикаментозной терапии выполнена рентгеноэндоваскулярная дилатация: на подвздошных артериях - у 4, поверхностной бедренной артерии - у 4, подколенной - у 2.

V группа - 10 больных ОААНК, которым на фоне "базисной" медикаментозной терапии выполнена поясничная симпатэктомия.

VI группа - 62 больных ОААНК, которым на фоне "базисной" медикаментозной терапии выполнены реконструктивные операции в сочетании с поясничной симпатэктомией: аорто-бифemorальное аллопротезирование - у 5, аорто-бифemorальное аллошунтирование - у 6, аорто-бедренное бифуркационное аллопротезирование - у 2, подвздошно-бедренное аллопротезирование - у 13, подвздошно-бедренное аллошунтирование - у 8, бедренно-бедренное аллопротезирование - у 9, бедренно-бедренное аутовенозное протезирование - у 2, бедренно-бедренное аутовенозное шунтирование - у 3, бедренно-подколенное аутовенозное шунтирование - у 14.

Таблица 1

Распределение больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей в зависимости от вида лечения

№№ пп	Вид лечения	Количество больных по стадиям				Всего
		I	II	III	IV	
Консервативное лечение:						
1	Медикаментозное	3	15	5		23
2	Медикаментозное + ГБО		29	15		44
3	Медикаментозное + ГС		13	8		21
Хирургическое лечение:						
4	Рентгеноэндоваскулярная дилатация	4	6			10
5	Поясничн. симпатэктомия		6	4		10
6	Поясничн. симпатэктомия + реконструктивн. операции		19	31	12	62
7	Ампутации				12	12
	И Т О Г О:	7	88	63	24	182

VII группа - 12 больных ОААНК IV стадии, которым выполнены ампутации: стопы - у 3, в верхней трети голени - у 5, в средней трети бедра - у 4.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У больных ОААНК I стадии хронической ишемии нижних конечностей отмечается незначительное нарушение микроциркуляции в средней трети голени - увеличение в 1,5 раза времени максимального накопления (T_{max}) и полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.) радиофармпрепарата (РФП), а также соответствующее снижение индексов поступления, выведения индикатора и коэффициента микроциркуляции при достоверном увеличении дефицита перфузии (Табл. 2).

У больных ОААНК II стадии отмечается умеренное нарушение микроциркуляции в средней трети голени - увеличение в 2 раза времени максимального накопления, в 3 раза - времени полувыведения при соответствующем уменьшении индексов поступления и выведения радиоиндикатора, умеренном увеличении дефицита перфузии.

У больных ОААНК III стадии отмечается значительное нарушение микроциркуляции в средней трети голени - увеличение в среднем почти в 3 раза времени максимального накопления, более чем в 5 раз - времени полувыведения при соответствующем уменьшении индексов поступления и выведения радиоиндикатора и значительном увеличении дефицита перфузии.

У больных ОААНК IV стадии отмечается резко выраженное нарушение микроциркуляции в средней трети голени - увеличение в среднем в 4,8 раза времени максимального накопления, почти в 9 раз - времени полувыведения при соответствующем уменьшении индексов поступления и выведения радиоиндикатора и резко выраженном увеличении дефицита перфузии.

Таким образом, у больных ОААНК отмечаются нарушения микроциркуляции дистального русла пропорционально степени выраженности ишемии нижних конечностей.

Установлено, что состояние микроциркуляции дистального русла у больных ОААНК с сегментарными стенозами и окклюзиями находится в соответствии с уровнем и характером поражения - чем выше стеноз и чем ниже окклюзия, тем хуже состояние микроциркуляции в тканях голени. В частности, нарушения микроциркуляции при окклюзии поверхностной бедренной артерии в нижней трети бедра в 2-3 раза более выражены, чем при стенозе той же локализации.

Состояние микроциркуляции дистального русла изучали до лечения, после курса лечения, а также в отдаленном периоде через 6-36 месяцев, в среднем через 1-2 года.

Динамика времени максимального накопления РФП (T_{max}) в нижней трети голени у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей в зависимости от вида лечения, представлена в табл. 3.

Комплексная медикаментозная терапия ОААНК I-III стадии в ближайшем периоде (через 2 недели) не способствует улучшению микроциркуляции тканей голени преимущественно в отношении артериальной фазы кровотока (увеличение времени максимального поступления РФП), в большей степени в дистальных отделах конечностей. В отдаленном периоде (через 6-26 мес) нарушения микроциркуляции в тканях голени становятся даже хуже, чем в исходном состоянии, что связано, на наш взгляд, с прогрессированием атеросклеротического процесса.

У больных с хронической ишемией конечностей II-III стадии уже после 1-го сеанса ГБО отмечается достоверное улучшение микроциркуляции на всех уровнях голени. Так, в нижней трети голени время максимального накопления сосудистотропного РФП уменьшилось в 2,3 раза, время полувыведения - в 2,5 раза, дефицит перфузии - в 3,2 раза и соответственно увеличились индексы поступления (ИПИ) - в 2,3, выведения (ИВИ) - в 2,5 и коэффициент микроциркуляции - в 2,4 раза. В участках голени с незначительным нарушением микроциркуляции влияние ГБО проявляется менее заметно, тогда как в участках значительного нарушения уже после первого сеанса отмечается значительное ее улучшение (в среднем в 2-2,5 раза, у трети больных - в 5-6 раз в сравнении с исходными данными), сохраняющееся, как минимум, в течение 2-х суток после курса ГБО. При контрольных исследованиях, в среднем через $14,2 \pm 1,6$ мес показатели микроциркуляции несколько ухудшаются в сравнении с данными, полученными в 1-2 сут после курса ГБО, но лучше, чем до гипербарической оксигенации (достоверно в отношении времени максимального накопления ^{99m}Tc -ДТРА).

После сеанса ГС достоверных сдвигов показателей микроциркуляции в нижней трети голени не отмечено, тогда как в средней ее трети достоверно уменьшилось в среднем в 2 раза время полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.). В верхней трети голени уменьшилось время максимального поступления (T_{max}) (в 1,6 раза) и соответственно увеличился индекс поступления (ИПИ) радиоиндикатора. При этом, показатели микроциркуляции в тканях голени после сеанса ГС у 5 больных практически не изменились, у 5 - улучшились умеренно в отдельных участках, у 11 - улучшились значительно (в среднем в 2-2,5 раза; при этом у 5 больных - в 5-6 раз в сравнении с исходными данными) на всех уровнях голени.

Таблица 2

Показатели микроциркуляции тканей голени у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей (ОААНК) I-IV стадии

Показатели перфузии	Контроль ная группа (n=49)	Больные ОААНК I стадии (n=7)	Больные ОААНК II стадии (n=88)	Больные ОААНК III стадии (n=63)	Больные ОААНК IV стадии (n=24)
Верхняя треть голени					
Тmax накопления РФП (мин)	5,49±0,21	10,2±1,1*	15,25±1,55*	20,0±1,8*	26,73±1,41*
T1/2 выведения РФП (мин)	56,63±1,67	90,5±12,3*	197,8±45,17*	386,7±78,2*	569,8±74,1*
Индекс поступления индикатора (ИПИ)	1,0±0,05	0,54±0,06*	0,36±0,04*	0,275±0,03*	0,2±0,02*
Индекс выведения индикатора (ИВИ)	0,97±0,06	0,61±0,08*	0,28±0,07*	0,14±0,038	0,1±0,017*
Коэфф. микроциркуляции (КМ)	0,985±0,05	0,575±0,08*	0,32±0,06*	0,2±0,045*	0,15±0,019*
Дефицит перфузии (ДП) %	0,65±0,06	24,0±3,4*	49,5±9,5*	70,0±15,5*	82,4±10,4*
Средняя треть голени					
Тmax накопления РФП (мин)	5,36±0,125	7,4±0,68*	11,04±0,93*	14,7±1,2*	25,6±1,47*
T1/2 выведения РФП (мин)	51,4±1,07	72,6±7,8*	154,4±35,07*	260,5±36,4*	460,9±70,43*
Индекс поступления индикатора (ИПИ)	1,02±0,04	0,74±0,07*	0,5±0,045*	0,37±0,035*	0,22±0,02*
Индекс выведения индикатора (ИВИ)	1,04±0,037	0,76±0,08*	0,36±0,086*	0,21±0,024*	0,12±0,02*
Коэфф. микроциркуляции (КМ)	1,03±0,04	0,75±0,08*	0,43±0,1*	0,29±0,033*	0,17±0,021*
Дефицит перфузии (ДП) %	1,3±0,08	12,5±1,4*	36,7±8,5*	53,8±6,0*	77,0±9,6*
Нижняя треть голени					
Тmax накопления РФП (мин)	5,58±0,137	8,6±0,94*	12,62±1,28*	17,37±2,03*	24,27±2,53*
T1/2 выведения РФП (мин)	55,69±1,69	69,2±5,1*	122,3±21,58*	207,47±62,48*	535,02±115,9*
Индекс поступления индикатора (ИПИ)	0,99±0,05	0,64±0,07*	0,44±0,09*	0,32±0,04*	0,23±0,05*
Индекс выведения индикатора (ИВИ)	0,99±0,04	0,79±0,07*	0,45±0,083*	0,265±0,08*	0,1±0,023*
Коэфф. микроциркуляции (КМ)	0,99±0,045	0,71±0,08*	0,45±0,1*	0,29±0,09*	0,165±0,04*
Дефицит перфузии (ДП) %	0,43±0,04	14,9±1,6*	34,7±7,8*	53,8±17,3*	78,2±19,5*

* - различия с нормой достоверны

Таблица 3

Динамика времени максимального накопления РФП (Tmax) в нижней трети голени у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей в зависимости от вида лечения

Вид лечения	Время максимального накопления РФП (Tmax), мин (в норме: 5,58±0,137 мин)		
	Исходные данные	Через 1-3 недели после лечения	Через 3-26 мес. после лечения
Медикаментозная терапия	13,8±3,1	15,0±3,3	23,8±3,7*
Гипербарическая оксигенация	19,8±2,23	9,6±1,2*	11,2±1,6*
Гемосорбция	17,87±2,51	14,0±2,03	18,8±2,3
Рентгенэндоваскулярная дилатация	17,3±2,1	10,0±0,6*	11,3±0,8*
Поясничная симпатэктомия	15,6±2,8	8,3±1,8*	27,2±2,5*
Реконструктивные операции на магистральных артериях с тромботическими осложнениями	19,1±3,2	21,0±1,1	19,0±3,8
Реконструктивные операции на магистральных артериях с воспалительными осложнениями и лимфостазом	17,2±1,6	23,6±2,3*	24,7±2,0*
Реконструктивные операции на магистральных артериях без осложнений	20,1±1,9	13,0±2,8*	9,3±1,5*

* - различия с исходными данными достоверны

У всех больных улучшилось общее состояние, уменьшились боли, бледность, цианоз кожных покровов стоп. При контрольных исследованиях, в среднем через 9,4±1,9 мес, показатели микроциркуляции в тканях голени достоверно не отличались от исходного до ГС уровня, однако наблюдалась тенденция к улучшению выведения РФП на всех уровнях. В сравнительном аспекте, гипербарическая оксигенация вызывает существенно более значимые положительные изменения показателей микроциркуляции дистального русла при хронической ишемии нижних конечностей, нежели гемосорбция. Отдаленные результаты ГБО также более значимы, чем ГС. При этом, если ГБО достоверно улучшает время максимального накопления (Tmax), то ГС способствует, хотя и недостоверно, - улучшению времени полувыведения (T1/2 вывед.) РФП, что позволяет предполагать целесообразность сочетанного применения ГБО и ГС у этой категории больных.

Рентгеноэндоваскулярная дилатация магистральных артерий нижних конечностей в раннем послеоперационном периоде способствует существенному улучшению (в среднем, в 1,5-3 раза) показателей микроциркуляции в тканях голени практически на всех уровнях. В отдаленном периоде (через 3-24 мес) эффективность дилатации снижается, при этом ряд показателей (Tmax, T1/2 вывед., КМ и ДП) на разных уровнях голени сохра-

няются достоверно отличающимися от исходного уровня. Если в раннем (на 3-7 сутки) послеоперационном периоде после поясничной симпатэктомии отмечается определенное улучшение микроциркуляции в тканях голени, то через 13,2±3,6 мес - ухудшение, достоверное по ряду параметров (Tmax, ИПИ), преимущественно в дистальных отделах (в нижней трети голени).

У больных ОААНК, у которых в 1-2 сутки после реконструктивной операции развились острые артериальные тромбозы, в исходном состоянии отмечалось ухудшение выведения РФП из тканей голени - более выраженное увеличение T1/2 вывед. и ИВИ, нежели у больных без осложнений, достоверное в средней и нижней третях голени, что может служить прогностически неблагоприятным для послеоперационных тромбозов. Через 2-3 недели после реконструктивных операций на магистральных артериях у этих больных наблюдается тенденция к ухудшению параметров микроциркуляции, особенно в нижней трети голени. Через 3-26 мес указанные изменения еще более ухудшаются и в среднем в 2-3 раза более выражены (P<0,05), нежели у больных без осложнений в послеоперационном периоде.

У больных ОААНК с проявлениями воспаления, лимфостаза, отеком голени, стопы через 2-3 недели после реконструктивной операции отмечается значительное ухудшение параметров микро-

циркуляции практически на всех уровнях голеней. В отдаленном послеоперационном периоде (через 3-26 мес) показатели микроциркуляции, характеризующие выведение РФП (T1/2 вывед., ИВИ) несколько улучшаются, однако показатели, характеризующие поступление РФП в ткани голеней (Tmax, ИПИ), а также дефицит перфузии сохраняются достоверно худшими, чем у больных без осложнений после реконструктивных операций на сосудах нижних конечностей.

После реконструктивных операций на магистральных артериях нижних конечностей без осложнений в раннем послеоперационном периоде уже через 2-3 недели отмечается отчетливая тенденция к улучшению микроциркуляции практически на всех уровнях голеней (достоверно в отношении Tmax в нижней трети голеней). В отдаленном послеоперационном периоде (через 3-26 мес) показатели микроциркуляции еще в большей степени улучшаются, особенно в нижней трети голеней: достоверно, в среднем в 2-2,4 раза, уменьшаются Tmax, ДП и увеличивается ИПИ. Таким образом, реконструктивные операции на магистральных артериях нижних конечностей без тромботических, лимфостатических и воспалительных осложнений способствуют достаточно стойкому улучшению микроциркуляции дистального русла.

У больных ОААНК IV стадии накануне ампутации наблюдается резкое ухудшение всех параметров микроциркуляции, и чем дистальнее, тем более выраженное, нежели у больных ОААНК IV стадии накануне реконструктивных операций, у которых ампутации удалось избежать. При этом, различие показателей микроциркуляции в этих двух группах больных настолько существенно, что может служить дополнительным критерием в определении уровня критической ишемии для проведения реконструктивной операции или ампутации.

Выписка из истории болезни N 1104 1989 г. Больной Т-н Б.И., 1913 года рождения 6.02.89 поступил в отделение сосудистой хирургии с жалобами на наличие перемежающейся хромоты каждые 50-100 метров ходьбы, боли и отек в области тыла правой стопы, а также наличие трофической язвы в нижней трети правой голени. С 1980 г. страдает облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей. Неоднократно лечился стационарно и амбулаторно. В связи с ухудшением самочувствия госпитализирован для обследования и лечения. Локально: кожные покровы нижних конечностей бледно-розовые, на ощупь теплые; на коже правой голени в нижней трети по передненаружной поверхности трофическая язва 5x2 см; пульсация на бедренных артериях отчетливая, на

подколенной и задней большеберцовой артерии не определяется.

Контрастная ангиография артерий нижних конечностей от 10.02.89: ангиографическая картина атеросклеротического поражения брюшного отдела аорты и артерий нижних конечностей; окклюзия глубокой и поверхностной бедренной артерии, и артерий голени справа; поверхностная и глубокая артерия бедра слева с множественными стенозами.

Установлен диагноз: облитерирующий атеросклероз артерий нижних конечностей IV ст., трофическая язва нижней трети правой голени.

Динамическая сцинтиграфия нижних конечностей с Tc99m-ДТПА от 10.02.89 - определяется лишь подъем кривых, достоверного выведения РФП из голеней не зарегистрировано.

Больному проводилась консервативная терапия: реополиглюкин, гемодез, спазмолитики, сосудорасширяющие препараты, антибиотики. Однако, несмотря на проводимое лечение, болевой синдром в правой нижней конечности нарастал, увеличилось очаг некроза, количество вводимых наркотиков.

Контрольная динамическая сцинтиграфия нижних конечностей с Tc-99m-ДТПА от 15.02.89 - затянута время поступления РФП в ткани голеней, значительно более выраженное справа, выведение препарата нарушено значительно слева, резко - справа: Левая голень - (верхняя треть): Tmax - 19 мин; T1/2 - 436 мин; ИПИ - 0,29; ИВИ - 0,126; КМ - 0,21; ДП - 68,2%; (средняя треть): Tmax - 27 мин; T1/2 - 374 мин; ИПИ - 0,2; ИВИ - 0,147; КМ - 0,17; ДП - 76,0%; (нижняя треть): Tmax - 45 мин; T1/2 - 365 мин; ИПИ - 0,122; ИВИ - 0,15; КМ - 0,136; ДП - 86,5%. Правая голень - (верхняя треть): Tmax - 31 мин; T1/2 - 648 мин; ИПИ - 0,18; ИВИ - 0,085; КМ - 0,132; ДП - 87,8%; (средняя треть): Tmax - 29 мин; T1/2 - 635 мин; ИПИ - 0,19; ИВИ - 0,087; КМ - 0,138; ДП - 85,9%; (нижняя треть): Tmax - 39 мин; T1/2 - 825 мин; ИПИ - 0,14; ИВИ - 0,067; КМ - 0,1; ДП - 98,6%.

Учитывая клинические проявления, ангиографическую картину, резко выраженные нарушения микроциркуляции в тканях правой голени на всем ее протяжении, больному 22.02.89 выполнена операция - ампутация правой нижней конечности на уровне средней трети бедра.

В качестве примера перфузионной сцинтиграфии конечностей приводим результаты обследования раненого с острым окклюзивным тромбозом подколенной и берцовых артерий слева (Рис. 1).

ФГБУ "НМИЦ ВМТ им. А.А.Вишневого" Минобороны России
Отделение радиоизотопной диагностики
Перфузионная сцинтиграфия конечностей

Протокол исследования № 396693/3 26 июня 2023 года

Пациент: А-в Юрий Сергеевич **Дата рождения:** 20.08.1983 года

Диагноз при направлении: ОСТРЫЙ ОККЛЮЗИВНЫЙ ТРОМБОЗ БЕРЦОВЫХ АРТЕРИЙ СЛЕВА

Оборудование: ОФЭКТ «Электрон»

Описание: Внутривенно введено 370 МБк Технеция-99m-Пирфотех.

Эффективная доза облучения 2,11 мЗв.

Показатели транспорта 99mTc-Пирфотеха в тканях голени	Норма	Конечности	
		Левая	Правая
Верхняя треть голени			
Скор.магистральн.кровотока (СМК) (с)	9-12	9	9
T _{max} накопления РФП (мин)	5-7	30	9
Индекс поступления индикатора (ИПИ)= (5,8: T _{max})	0,85-1,15	0,19	0,64
T1\2 выведения РФП (мин)	60-80	395	70
Индекс выведения индикатора (ИВИ)=(69: T1\2 выв.)	0,85-1,15	0,175	0,98
Коэфф. микроциркуляции (КМ)=(ИПИ+ИВИ):2	0,85-1,15	0,1825	0,81
Дефицит перфузии (ДП)=lgKMx100%	0-7%	73,9	9,1
Степень накопления РФП в тканях: (Число имп.)	-	294419	148663
Различия накопления РФП	0,75-1,25	1,98	
Средняя треть голени			
Скор.магистральн.кровотока (СМК) (с)	9-12	9	9
T _{max} накопления РФП (мин)	5-7	29	11
Индекс поступления индикатора (ИПИ)= (5,8: T _{max})	0,85-1,15	0,2	0,64
T1\2 выведения РФП (мин)	60-80	253	64
Индекс выведения индикатора (ИВИ)=(69: T1\2 выв.)	0,85-1,15	0,27	1,078
Коэфф. микроциркуляции (КМ)=(ИПИ+ИВИ):2	0,85-1,15	0,235	0,86
Дефицит перфузии (ДП)=lgKMx100%	0-7%	62,9	6,6
Степень накопления РФП в тканях: (Число имп.)	-	300772	157480
Различия накопления РФП	0,75-1,25	1,91	
Нижняя треть голени			
Скор.магистральн.кровотока (СМК) (с)	9-12	10	10
T _{max} накопления РФП (мин)	5-7	35	13
Индекс поступления индикатора (ИПИ)= (5,8: T _{max})	0,85-1,15	0,166	0,45
T1\2 выведения РФП (мин)	60-80	195	83
Индекс выведения индикатора (ИВИ)=(69: T1\2 выв.)	0,85-1,15	0,35	0,83
Коэфф. микроциркуляции (КМ)=(ИПИ+ИВИ):2	0,85-1,15	0,258	0,64
Дефицит перфузии (ДП)=lgKMx100%	0-7%	58,8	19,4
Степень накопления РФП в тканях (Число имп.)	-	62,3	37,3
Различия накопления РФП	0,75-1,25	1,81	
Все области интереса голени (единая область, включая все трети голени)			
Скор.магистральн.кровотока (СМК) (с)	9-12	10	10
T _{max} накопления РФП (мин)	5-7	31	11
Индекс поступления индикатора (ИПИ)= (5,8: T _{max})	0,85-1,15	0,187	0,53
T1\2 выведения РФП (мин)	60-80	274	99
Индекс выведения индикатора (ИВИ)=(69: T1\2 выв.)	0,85-1,15	0,25	0,7
Коэфф. микроциркуляции (КМ)=(ИПИ+ИВИ):2	0,85-1,15	0,2185	0,615
Дефицит перфузии (ДП)=lgKMx100%	0-7%	66,0	21,1
Степень накопления РФП в тканях (Число имп.)	-	5701332	1951589
Различия накопления РФП	0,75-1,25	2,887	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Скорость магистрального кровотока в голених не нарушена.

Отмечается повышенное накопление РФП в левой нижней конечности, в среднем в 2 раза по отношению к правой. Определяется выраженный дефицит перфузии левой голени на всем протяжении, в среднем 66%. Сцинтиграфические признаки ишемии левой нижней конечности III степени, правой нижней конечности в нижней трети голени - I степени.

На сцинтиграммах, выполненных через 3 часа по стандартной методике в режиме «всё тело» в передней и задней проекциях, определяется физиологическое накопление РФП во всех отделах скелета.

Определяются очаги гиперфиксации РФП в проксимальном отделе левой большеберцовой кости +360% (по сравнению с контралатеральной зоной), в диафизе левой малоберцовой кости + 220% (по сравнению с контралатеральной зоной). Сцинтиграфических признаков некроза мышц левой голени не определяется.

Ориентировочные критерии нарушений микроциркуляции

Степень нарушения перфузии	I	IIА	IIБ	III	IV
Коэфф. микроциркуляции (КМ)	0,51-0,84	0,36-0,5	0,355-0,255	0,175-0,25	<0,175
Дефицит перфузии (ДП) (%)	8-29	30-44	45-59	60-75	>75

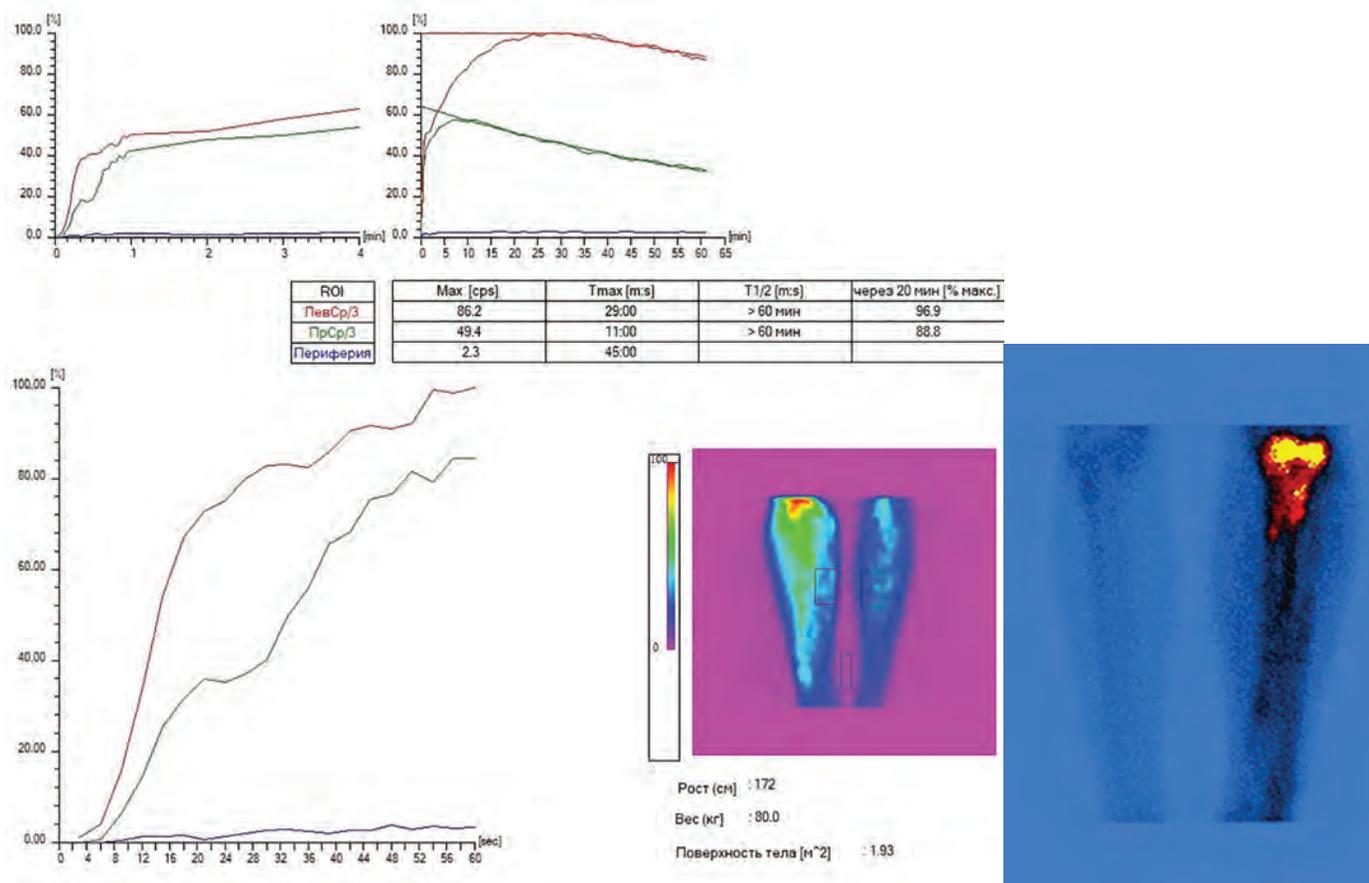


Рис. 1. Протокол обследования пациента с острым окклюзивным тромбозом подколенной и берцовых артерий слева с планарной сцинтиграфией голени и кривыми активность-время в средней трети голени

ВЫВОДЫ

1. Степень выраженности нарушений микроциркуляции дистального русла у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей пропорциональна стадии хронической ишемии.

2. Прогностически неблагоприятным для развития ранних послеоперационных тромбозов у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей является увеличение до оперативного вмешательства в 2,5 и более раз времени полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.) и снижение в 2,5 и более раз индекса выведения индикатора (ИВИ).

3. Резкое нарушение всех показателей микроциркуляции (увеличение T_{max} в 4,5, $T_{1/2}$ вывед. - в 8, уменьшение ИПИ - в 4,5, ИВИ - в 8, коэффициента микроциркуляции - в 6 и более раз, увеличение дефицита перфузии более 75%) может служить дополнительным критерием в определении уровня ампутации конечности.

4. Состояние микроциркуляции дистального русла у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей находится в зависимости от характера лечебных мероприятий:

4.1. комплексная медикаментозная терапия способствует непродолжительному улучшению показателей микроциркуляции преимущественно в проксимальных отделах голени;

4.2. гипербарическая оксигенация вызывает существенно более значимые положительные изменения показателей микроциркуляции дистального русла в сравнении с гемосорбцией;

4.3. рентгеноэндоваскулярная дилатация способствует значительному улучшению показателей микроциркуляции дистального русла в раннем послеоперационном периоде, эффективность которой в отдаленном периоде снижается;

4.4. поясничная симпатэктомию в раннем послеоперационном периоде вызывает улучшение отдельных показателей микроциркуляции, которые в отдаленном периоде восстанавливаются до исходного уровня;

4.5. тромботические, воспалительные и лимфостатические осложнения реконструктивных операций на артериях нижних конечностей отрицательно сказываются на микроциркуляции дистального русла как в раннем, так и отдаленном послеоперационном периодах;

4.6. реконструктивные операции на артериях нижних конечностей без осложнений способствуют достаточно стойкому улучшению микроциркуляции дистального русла в ближайшем и отдаленном послеоперационном периодах.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. В интересах диагностики стадий хронической ишемии, определения эффективности коллатерального кровотока и уровня ампутации, прогнозирования острых послеоперационных тромбозов и контроля эффективности лечения у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей целесообразно исследовать в динамике следующие показатели микроциркуляции дистального русла методом перфузионной сцинтиграфии в верхней, средней и нижней третях голени: время максимального накопления (T_{max}), время полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.), индексы поступления (ИПИ) и выведения (ИВИ) индикатора, а также коэффициент микроциркуляции (КМ) и дефицит перфузии (ДП).

2. Поскольку гипербарическая оксигенация улучшает параметры микроциркуляции, характеризующие скорость поступления РФП из капилляров во внеклеточное пространство - время максимального накопления (T_{max}) и индекс поступления индикатора (ИПИ), а гемосорбция - время его полувыведения ($T_{1/2}$ вывед.) и индекс выведения индикатора (ИВИ), целесообразно их сочетанное применение.

3. Наиболее выраженное и стойкое положительное влияние на состояние микроциркуляции дистального русла в отдаленном периоде оказывают рентгеноэндоваскулярная дилатация и реконструктивные операции на магистральных артериях нижних конечностей без послеоперационных осложнений.

4. Прогностически неблагоприятным критерием развития ранних послеоперационных тромбозов у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей является значительное нарушение до оперативного вмешательства показателей микроциркуляции дистального русла, характеризующих выведение радиоиндикатора - $T_{1/2}$ вывед. >140 мин, ИВИ <0,4.

5. Критическим уровнем ишемии для проведения реконструктивных операций по поводу гангренозной стадии ОААНК являются: T_{max} - 20-25 мин, ИПИ - 0,22-0,3, $T_{1/2}$ вывед. - 300-500 мин, ИВИ - 0,12-0,18, КМ - 0,17-0,25, ДП - 60-75%, за пределами которых резко возрастает необходимость ампутации конечности на соответствующем уровне.

6. Предложенные методики могут быть использованы, и уже частично применяются врачами отделений сосудистой и гнойной хирургии при поражениях конечностей у раненых, поступающих из районов боевых действий.

Литература

1. Criqui M., Aboyans V. Epidemiology of Peripheral Artery Disease. *Circulation Research*. 2015; 116:1509-26.
2. Sudeb M., Saumyajit G. Peripheral Arterial Disease and the Risk Factors: Short Review. *Advancements in Cardiovascular Research*. 2020;2(5):207-11.
3. Dan-Mircea Olinic, Mihail Spinu, Maria Olinic et al. Epidemiology of peripheral artery disease in Europe: VAS Educational Paper. *International Angiology*. 2018;37(4):327-34.
4. Косова М.А. Фенотип пациента с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей на амбулаторном этапе. Обоснование диспансерного наблюдения у кардиолога: Дис....канд. мед. наук. Кемерово; 2021. 112 с.
5. Сумин А.Н., Медведева Ю.Д., Щеглова А.В., Барбараш Л.С. Предикторы неблагоприятных исходов у пациентов с облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей. *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*. 2020;13(1):41-47.
6. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. Ассоциация сердечно-сосудистых хирургов России, Российское общество ангиологов и сосудистых хирургов, Российское общество хирургов, Российское кардиологическое общество, Российская ассоциация эндокринологов. Москва. 2019.89 с.
7. Осипова О.С., Саая Ш.Б., Карпенко А.А., Закиян С.М. Проблемы и перспективы клеточной терапии критической ишемии нижних конечностей // *Ангиология и сосудистая хирургия*.- 2020.- Т. 26, № 2.- С. 23-33.
8. Рахматиллаев Т.Б., Гусинский А.В., Шломин В.В., Михайлов И.В., Бондаренко П.Б., Фионик О.В., Пуздряк П.Д., Блохина Е.В. Сравнительная оценка отдаленных результатов различных видов открытых хирургических вмешательств на аорто-бедренном сегменте на фоне критической ишемии нижних конечностей // *Кардиология и сердечно-сосудистая хирургия*.- 2020.- Т. 13, № 4.- С. 341-346.
9. Таукенова Л.И. Оптимальные методы предоперационной диагностики поражения артерий при повторных вмешательствах на аорте и магистральных артериях нижних конечностей // *Успехи современной науки*. - 2016.- Т. 1, № 5.- С. 19-23.
10. Максимов А.В., Гайсина Э.А., Нуретдинов Р.М. Периоперационный контроль эффективности эндоваскулярных реконструкций берцовых артерий при ишемической форме синдрома диабетической стопы // *Практическая медицина*. 2015. № 4-1(89). С. 93-96.
11. Forte M.B., Becattini C., Agnelli G. Latest developments in antithrombotic therapy in patients with lower extremity arterial disease. *Reviews in Vascular Medicine*. 2014;2(1):37-42.
12. Muhtaroglu S., Barlak Ketil D., Unluhizarci K. Investigation of ischemia-modified albumin levels and some atherosclerosis-related serum parameters in patients with diabetic foot. *Turk J Med Sci*. 2016;46(1):126-32.
13. Дунаевская С.С., Хачатрян А.Т., Деулина В.В. Гемостазиологические нарушения при развитии гнойно-некротических осложнений культы бедра // *Вестник новых медицинских технологий*. 2022. №1. С. 42-45. DOI: 10.24412/1609-2163-2022-1-42-45.
14. Кохан Е.П., Мироненко А.А., Заварина И.К. Клиническое обследование больных с заболеваниями артерий и вен. Классификация заболеваний периферических сосудов/ Под ред. К.М.Лисицына//Метод. рекомендации ЦВМУ МО СССР. М., 1988. 52 с.
15. Fontaine R., Kim M., Kieny R. Die chirurgische Behandlung der peripheren Durchblutungsstörungen// *Helv Chir. Acta*. - 1954. - Bd.21. - S. 499 - 533.
16. Крашутский В.В. Определение перфузии мягких тканей конечностей с Tc-99m-ДТПА. – Удостоверение на рационализаторское предложение (Регистрационный № 1088 от 30.03.1989 г.), принятое 3 ЦВКГ им. А.А.Вишневого МО РФ.
17. Крашутский В.В., Назарьев Б.М. Новый метод определения перфузии тканей конечностей с Технецием-99m-ДТПА // *Современные вопросы диагностики и лечения в условиях многопрофильного госпиталя: материалы XII науч. конф. 3 ЦВКГ им.А.А.Вишневого*. - М., 1990. - Ч. I. - С. 129-131.
18. Крашутский В.В., Назарьев Б.М., Бажанов В.Л., Митрошин Г.Е., Мордик А.И., Белов А.П. и др. Сравнительное изучение влияния гипербарической оксигенации и гемосорбции на состояние перфузии голени при облитерирующем атеросклерозе артерий нижних конечностей // *Актуальные вопросы ангиологии и оказания специализированной медицинской помощи в лечебных учреждениях МО СССР: материалы Всеарм. науч. конф. по ангиологии 25-26 окт. 1990 г.* - М., 1990. - С. 132-135.
19. Крашутский В.В., Назарьев Б.М., Гришин Г.П., Леонтьев В.М., Веретенин В.А., Гурков А.Л. Состояние микроциркуляции дистального русла при стенозах и окклюзиях магистральных артерий нижних конечностей // *Актуальные вопросы клиники, диагностики, профилактики и лечения заболеваний у лиц среднего и пожилого возраста: материалы XIX науч. конф. 2 ЦВКГ им.П.В.Мандрыка*. - М., 1991. - С. 113-115.
20. Кохан Е.П., Митрошин Г.Е., Батрашов В.А., Мордик А.И., Туленко А.Г., Мартынова Т.П., Платонов Н.Д., Пинчук О.В., Крашутский В.В. и др. Гемосорбция в комплексном лечении облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей на фоне сахарного диабета // *Актуальные вопросы диагностики и лечения неотложных состояний у лиц пожилого возраста: тез. докл. XXIV науч. конф. 3 ЦВКГ им.А.А.Вишневого*. - М., 1992. - С. 71-72.
21. Гурков А.Л., Рожков В.А., Крашутский В.В., Литвиненко А.И. Влияние инсулина на состояние микроциркуляции у больных инсулинзависимым сахарным диабетом // *Актуальные вопросы специализированной медицинской помощи: тез. докл. науч. конф. 25 ЦВКГ*. - М., 1992. - С. 275-277.
22. Крашутский В.В., Гришин Г.П., Веретенин В.А., Ба-

- трашов В.А., Назарьев Б.М., Митрошин Г.Е. Нарушения микроциркуляции дистального русла и системы фактора Хагемана у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей II-IV стадии // Проблемы клинической медицины: материалы науч.-практ. конф., посвящен. 80-летию ЦКБ N 4 им. Н.А.Семашко МПС России. - 1994. - Т. 2. - С. 214-215.
23. Кохан Е.П., Митрошин Г.Е., Батрашов В.А., Мордик А.И., Пинчук О.В., Крашутский В.В., Туленко А.Г. Гемосорбция в лечении облитерирующего атеросклероза нижних конечностей // Клиническая ангиология. Современные достижения, перспективы диагностики и лечения: тез. докл. науч.-практ. конф. ГВКГ им.Н.Н.Бурденко 15 дек. 1994 г. - М., 1994. - С. 38-39.
 24. Крашутский В.В., Батрашов В.А., Гришин Г.П., Митрошин Г.Е., Рзянин А.В. Нарушения микроциркуляции дистального русла, свертывания крови, фибринолиза и кининогенеза при хронической ишемии нижних конечностей // Новые направления в ангиологии и сосудистой хирургии: материалы Междунар. конференции 20-22 июня 1995 г. Москва, Россия. - М.: "Инфо-Медиа", 1995. - С. 62 (179).
 25. Немытин Ю.В., Крашутский В.В., Батрашов В.А., Гришин Г.П. Нарушения микроциркуляции дистального русла в диагностике, прогнозе и контроле эффективности лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // Актуальные проблемы хирургии: материалы науч. конф., посв. 50-летию ин-та хирургии им.А.В.Вишневого РАМН (24 ноября 1995 г.). - М., 1995. - С. 71.
 26. Крашутский В.В., Гришин Г.П. Перфузионная сцинтиграфия с Технецием-99м-ДТПА в диагностике и контроле лечения облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей // Актуальные проблемы совершенствования специализированной медицинской помощи в многопрофильном госпитале: тез. докл. XXVI науч. конф. ЦВКГ им.А.А.Вишневого 15.12.1995 г. - Красногорск, 1995. - С. 275-277.
 27. Крашутский В.В. Радионуклидный метод одномоментного изучения скорости магистрального кровотока, микроциркуляции дистального русла и метаболизма костной ткани конечностей с Тс-99м-пирофосфатом. // Актуальные проблемы совершенствования специализированной медицинской помощи в многопрофильном госпитале: тез. докл. XXVI науч. конф. ЦВКГ им.А.А.Вишневого 15.12.1995 г. - Красногорск, 1995. - С. 299-301.
 28. Крашутский В.В. Формулы для расчета параметров микроциркуляции дистального русла при перфузионной сцинтиграфии конечностей // Медицинская кибернетика в клинической практике: материалы науч. конф. ГВКГ им.Н.Н.Бурденко 21 мая 1999. - М., 1999. - С. 142-143.
 29. Крашутский В.В. Радионуклидный метод одномоментного изучения скорости магистрального кровотока, микроциркуляции дистального русла и метаболизма костной ткани конечностей с Тс-99м-пирофосфатом. - Удостоверение на рационализаторское предложение (Регистрационный № 38 от 17.06.1999 г.), принятое 3 ЦВКГ им. А.А.Вишневого МО РФ.
 30. Батрашов В.А. Комплексное лечение облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей у больных сахарным диабетом: Автореф. Дис...канд. мед. наук. М.; 1994. 28 с.
 31. Пинчук О.В. Ампутации при гангренозной стадии облитерирующих заболеваний сосудов нижних конечностей: Автореф. Дис...канд. мед. наук. М.; 1994. 24 с.
 32. Гришин Г.П. Диагностика, профилактика и коррекция нарушений микроциркуляции дистального русла при атеросклерозе периферических артерий: Дис...канд. мед. наук. М.; 1995. 215 с.
 33. Батрашов В.А. Послеоперационные тромботические осложнения реконструктивных операций на артериях нижних конечностей (клиника, диагностика, профилактика и лечение): Дис...д-ра. мед. наук. М.; 1999. 465 с.
 34. Образцов А.В. Реваскуляризирующая остеотрепанация в комплексном лечении больных облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей: Автореф. Дис...канд. мед. наук. М.; 1998. 13 с.
 35. Стрельченко А.Ф. Гипербарическая оксигенация и низкомолекулярные гепарины в профилактике и лечении нарушений регионарной микроциркуляции у больных после пластических операций на кисти и стопе: Автореф. Дис.канд. мед. наук. М.; 2000. 24 с.
 36. Kety S.S. Measurement of regional circulation by local clearance of radioactive sodium.//Amer.Heart J. - 1949. V.38. N 3. - P. 321 - 328.
 37. Lassen N.A., Lindbjerg J., Dahn J. Validity of the Xe 133 method for measurement of muscle blood flow evaluated by simultaneous venous occlusion pletismography//Circulat. Research. - 1965. N 16. - P. 287 - 293.
 38. Lassen N.A. Kampp M. Calf muscle flow during walking studied by the Xe 133 method in normals and in patients with intermittent claudication//Scand. J. Clin. Lab. Invest. - 1965. - Vol.17, N 5. - P. 447 - 453.
 39. Hauser W., Atkins H.L., Nelson K.G. et al. Technetium 99m-DTPA: a new radiopharmaceutical for brain and Kidney scanning//Radiology. - 1970. - Vol. 94. - P. 679 - 684.
 40. Обеспечение и контроль качества исследований в радионуклидной диагностике: Методические рекомендации. - М.; СПб.: Издательство РХГА, 2023. - 110 с., ил.

Контакты авторов:*Крашутский В.В.**e-mail: vkrashutskiy@yandex.ru***Конфликт интересов:** отсутствует

Профилактическая медицина

Preventive medicine

УДК 004.8:355.721

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.50.53.009

© Коллектив авторов, 2024

Филина Ю.С.¹, Колесникова И.М.^{2,3}

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Москва, Россия

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

³ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. Согласно международным исследованиям, Россия находится в середине в мировых рейтингах по уровню развития системы здравоохранения. Это связано с рядом проблем, наличие которых уже стало привычным для россиян. Одна из весомых причин, препятствующих повышению эффективности управления в медицинских организациях и российской системе здравоохранения в целом, – недостаточное применение искусственного интеллекта в их деятельности. Многие методы, предлагаемые для решения возникших перед медицинскими организациями и российской системой здравоохранения в целом вызовов, направлены на фундаментальную трансформацию существующих системы управления и менеджмента в медицинских организациях и российской системе здравоохранения в целом за счёт все более широкого применения искусственного интеллекта. В исследовании проанализированы актуальные проблемы применения искусственного интеллекта в медицинских организациях в России и за рубежом как эффективный способ решить проблемы, связанные с повышением эффективности управления в медицинских организациях, повысить качество и доступность оказываемой медицинской помощи. Предложены рекомендации по автоматизации процессов в медицинских организациях на основе искусственного интеллекта. Сделан вывод, что младший медперсонал скорее всего будет заменен искусственным интеллектом и роботами, при этом искусственный интеллект не сможет заменить врача в таких сложных случаях, как назначение лечения тяжелобольным. Сектор искусственного интеллекта в медицине будет реализовывать новые сценарии применения, что, в совокупности, позволит значительно повысить качество итогового диагноза и назначаемых методов лечения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицинская организация, система здравоохранения, управление, менеджмент, робот, автоматизация.

Filina Yu.S.¹, Kolesnikova I.M.^{2,3}

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICAL ORGANIZATIONS

¹ Plekhanov Russian Economic University, Moscow, Russia

² Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

³ National Medical Research Center for Endocrinology, Moscow, Russia

Abstract. According to international research, Russia is in the middle in the world rankings for the level of development of the health care system. This is due to several problems, the presence of which has already become familiar to Russians. One of the significant reasons that impede the improvement of management efficiency in medical organizations and the Russian health care system as a whole is the insufficient use of artificial intelligence in their activities. Many methods proposed to address the challenges faced by medical organizations and the Russian health care system are aimed at fundamentally transforming the existing management and management system in medical organizations and the Russian health care system as a whole through the increasing use of artificial intelligence. The study analyzed the current problems of the use of artificial intelligence in medical organizations in Russia and abroad as an effective way to solve problems associated with increasing the efficiency of management in medical organizations, to improve the quality and availability of medical care provided. Recommendations for automation of processes in medical organizations based on artificial intelligence have been proposed. It was concluded that the junior medical staff will most likely be replaced by artificial intelligence and robots, while artificial intelligence will not be able to replace a doctor in such difficult cases as prescribing treatment for seriously ill patients. The artificial intelligence sector in medicine will implement new application scenarios, which, together, will significantly improve the quality of the final diagnosis and prescribed treatments.

Keywords: artificial intelligence, medical organization, healthcare system, management, management, robot, automation.

Введение

Роль искусственного интеллекта (ИИ) в сфере здравоохранения постоянно повышается: согласно данным компании CB Insight¹ совокупный среднегодовой темп роста сегмента рынка ИИ-технологий в медицине составляет порядка 27% и прогнозируются схожие темпы на ближайшие 5 лет. Рынок ИИ в здравоохранении в период с 2014 по 2021 гг. вырос более чем в 10 раз – с 600 млн до 6,6 млрд долларов. В рамках данного роста приложения «административная помощь в рабочем процессе» заняли 3-е место и к 2026 г. оценивается в 18 млрд долларов.

Впервые термин «искусственный интеллект» определил в 1956 г. Джон Маккарти «как науку и технику создания интеллектуальных машин». В настоящее время нет единого определения данного термина: приведём ряд его **понятийных определений**² – это:

1) область информатики, занимающаяся созданием интеллектуальных систем, работающих и действующих как люди, разработкой алгоритмов и программ, которые способны выполнять задачи, обычно требующие такие интеллектуальных способностей человека, как распознавание образов, обработка естественного языка, прогнозирование и принятие решений;

2) способность: а) машин и систем приобретать и применять знания, б) машин адаптироваться к новым ситуациям, справляться с возникающими ситуациями, решать проблемы, отвечать на вопросы, планировать устройства и выполнять разные другие функции, требующие определенного, типичного для людей уровня интеллекта;

3) информационная технология и математическая конструкция (не требующую изначально разработанной модели/конструкции, она строит её самостоятельно на основе предоставленной информации), позволяющая имитировать определенные аспекты работы человеческого мозга и демонстрировать такие возможности, как способность учиться, обобщать неклассифицированную информацию, прогнозировать;

4) использование компьютеров и технологий для моделирования интеллектуального поведения и критического мышления, сравнимого с человеческим;

5) определенный функционал автоматизированных систем: брать на себя отдельные функции мышления человека;

6) автоматизированный процесс работы с большими массивами данных;

7) программные алгоритмы, оказывающие помощь в решении задач, которые традиционно были под силу только человеческому разуму, таких как визуальное восприятие, распознавание речи, принятие решений и перевод с одного языка на другой;

8) алгоритм изучения интеллектуального поведения людей, животных и машин и попытку превратить данное поведение в такой артефакт, как компьютеры и связанные с ними технологии.

Исходя из этих определений, по мнению авторов монографии, **искусственный интеллект** это:

1) направление комплекса областей: компьютерных наук, информатики, инфокоммуникационных технологий, техники и математического конструирования и моделирования интеллектуального поведения и критического мышления, по разработке и созданию интеллектуальных систем, программных алгоритмов для них в виде саморазвивающихся экосистемных технологий и инструментов, которые могут применяться во всех сферах жизни и обеспечивают возможность выполнять функции (анализ больших массивов информации (данных), решение задач и принятие управленческих решений, распознавание образов и речи, обработка естественного языка, прогнозирование, визуальное восприятие, перевод с одного языка на другой, способность: а) приобретать и применять знания, б) адаптироваться к новым ситуациям, и др., требующих интеллектуальных способностей человека, близкие к человеческим, и аналогично тому, как это делает человек;

2) отображение работы человеческого мозга как алгоритма изучения интеллектуального поведения людей, животных, техники и т. п., смоделированное в машинном коде, реализующем способность данного алгоритма к непрерывному обучению, обобщению неклассифицированной информации, прогнозированию и критическому мышлению в целом и позволяющем имитировать определенные аспекты работы мозга.

В широком смысле **искусственный интеллект** позволяет системам и машинам самостоятельно принимать решения и выполнять действия. Например, компьютеры могут получать такие разные данные, как видеозаписи, информацию о рыноч-

1 Аналитическая платформа, отслеживающая тенденции рынка инвестиций, деятельность венчурных организаций и стартапов в финтех секторе.

2 Всё, что вам нужно знать об ИИ - за несколько минут. URL: <https://habr.com/ru/post/416889/>

ных тенденциях или погодные условия, и анализировать их с помощью заранее обученных алгоритмов, чтобы в дальнейшем определять тенденции и делать прогнозы. Искусственный интеллект может раскрыть информацию, в том числе маркетинговую, которую не может дать традиционный статистический анализ, а также обрабатывать больший объем данных, а впоследствии предоставлять более качественный результат [6]. Способность адаптироваться с помощью инновационных алгоритмов обучения - отличие ИИ-технологии от роботизированной и аппаратной автоматизации [1].

Разработки в ИИ-области радикально меняют систему здравоохранения во всем мире, позволяя повышать точность постановки диагноза, выбора дальнейшей стратегии лечения. Как следствие, многие медицинские организации считают необходимым его использование для решения задач: от поддержки принятия более эффективных решений до повышения операционной эффективности [8].

В настоящее время ИИ используется в системе здравоохранения: онлайн-планирование встреч, онлайн-регистрация в медцентрах, оцифровка медицинских записей, напоминания о встречах и датах иммунизации для беременных женщин и детей, алгоритмы дозирования лекарств и предупреждений о побочных эффектах при назначении многих комбинаций лекарств и другие, возможности использования инструментов и технологий ИИ. Исследование HIMSS Media³ показывает, что 59% организаций здравоохранения используют ИИ специально для устранения операционной неэффективности, а 48% - для оптимизации административных и клинических рабочих процессов.

Искусственный интеллект в медицине можно разделить на 2 подтипа: виртуальный (включает такие приложения, как электронные системы медицинской документации, руководства на основе нейросетей при принятии решений о лечении и т. п.) и физический (включает роботов, помогающих в проведении операций, интеллектуальные протезы для людей с ограниченными возможностями и уходу за пожилыми людьми [7]). Например, в КНР госорганами власти и бизнесом финансируются НИОКРЫ стартапов с использованием «5G-техно-

3 Предоставляет информацию (большие данные, обеспечение продаж и маркетинга) для глобальной аудитории лиц, влияющих на информационные технологии в сфере здравоохранения, и лиц, принимающих решения, через такие бренды, как Healthcare IT News, MobiHealthNews, HIMSS TV, Учебный центр HIMSS, а также портфель личных мероприятий.

логий», совмещающих интерфейс «робот (машина) – хирург (человек)».

В настоящее время ИИ помогает обеспечить бесперебойную работу во всех отраслях здравоохранения: 1) отделы кадров могут использовать его для обработки информации о сотрудниках и предоставления аналитических данных для принятия решений в реальном времени; 2) финансовые отделы могут выявлять расходы и тенденции затрат при обработке счетов-фактур; 3) предварительные разрешения и соответствие критериям для пациентов могут быть автоматизированы, сократив ручной труд; 4) бесперебойное и минимально достаточное управление цепочкой логистических поставок медикаментов и лекарств. Медучреждения, принимая решения на базе ИИ, могут ежегодно экономить 11 млн дол. за счёт сокращения расходов при повышении эффективности управления цепочкой поставок, её оптимизации: ИИ может управлять поставками таким образом, чтобы затоваривание не увеличивало стоимость запасов (расходные материалы составляют 1/3 операционных расходов медучреждения), а отсутствие поставок не создавало проблемы для стационарного лечения.

Согласно отчёту Market Insights⁴ «Американская ассоциация больниц» в ближайшие несколько лет применение ИИ-технологий значительно изменит то, как выполняется работа в современных медучреждениях. Искусственный интеллект позволит увеличить производительность труда всех работников медучреждений за счёт устранения таких «ручных» задач, как заполнение листов посещений пациентов и документирование записей в картах, формирование запросов на обследование и подготовку рецептов, аналогичные обязанности в более сложных системах электронных бизнес-процессов медучреждений. По оценкам консалтинговой компании Accenture⁵, помощь в административном рабочем процессе может сэкономить 51% времени врачей и 17% времени управленческого состава. Использование ИИ в менеджменте медучреждений делает персонал более эффективным, улучшая

4 Один из ведущих поставщиков специализированных синдицированных отчетов о рыночных исследованиях и комплексных консалтинговых услуг.

5 Консультирует организации в сферах стратегического планирования, оптимизации и организации аутсорсинга бизнес-процессов, управления взаимоотношениями с клиентами и логистическими процессами, управления персоналом, внедрения информационных технологий.

тем самым уход за пациентами, сокращает административные расходы и трансформирует сам менеджмент в медучреждении и здравоохранении в целом [4].

Хотя руководители медучреждений и систем здравоохранения в целом рассматривают ИИ как, возможно, наиболее эффективный путь к более эффективной и высокопроизводительной организации здравоохранения, для реализации полного потенциала ИИ требуются коллективные усилия, начиная от ИКТ в сфере здравоохранения и заканчивая успешной его интеграцией в повседневную деятельность, что изменит характер работы персонала в медучреждении и системе здравоохранения в целом, повлияет на навыки/компетенции, необходимые медперсоналу. Ключевой задачей для руководителей медучреждений и систем здравоохранения является обзор ИИ в здравоохранении, включая общие варианты его использования в 4-х областях: административной, финансовой, операционной и клинической.

В медучреждениях используют такие ИИ-методы, как компьютерное зрение, роботизированная автоматизация процессов и удаленный мониторинг, для сбора данных, необходимых для бесперебойного административного рабочего процесса. Собранные данные могут в дальнейшем использоваться в качестве входных данных для аналитики для поддержки систем принятия управленческих решений в медучреждениях.

«Медицинский искусственный интеллект» в основном использует компьютерные технологии для постановки клинических диагнозов и предложения методов лечения, обладает способностью обнаруживать значимые взаимосвязи в наборе данных и широко используется во многих клинических ситуациях для диагностики, лечения и прогнозирования результатов, в первую очередь уделяется внимание жизнеспособности и возможности использования разных компьютерных ИИ-методов в медицинском информационном моделировании и проведении клинических процедур. Современные ИИ-методологии демонстрируют большие возможности в распознавании значимых моделей данных и, таким образом, широко используются в качестве инструментов для клинических испытаний, особенно для полноценного принятия решений на каждом этапе для диагностики и последующего лечения, а также формирования прогнозов и разных возможных сценариев процесса лечения.

С учётом нормативных требований, конфиденциальности пациентов и требований страховых компаний переход к единой «облачной» системе, использующей «облачные» ИИ-приложения, является необходимым шагом к значительному сокращению утечки информации о пациентах при одновременном повышении надёжности и безопасности её хранения. Используя ИИ для проведения финансовых операций, медучреждение может получить следующие преимущества: 1) анализ первопричин внезапных/постоянных финансовых проблем; 2) прогнозную аналитику тенденций в масштабах всего медучреждения, влияющих на чистую прибыль; 3) моделирование с целью оптимизации процессов, ресурсов и потребностей цепочки поставок; 4) выявление повторяющихся задач и их автоматизацию для повышения эффективности процесса.

Глобальная автоматизация процессов с использованием ИИ позволяют повышать производительность, операционную и клиническую эффективность, снижать риск ошибок, оптимизировать эксплуатационные расходы медучреждений. То есть это могут быть любые направления, снижающие затраты времени, затрачиваемого на рутинные операции: автоматизация заполнения протоколов, рекомендации ИИ на основе результатов анализа, сервисы персональных медицинских рекомендаций, мониторинг состояния пациентов в стационаре, чат-боты с ИИ-персонализацией для записи к врачу и т. д.

По большей части, ухудшение общего состояния пациента во многом связано с поздней/неправильной диагностикой. Это особенно актуально для онкозаболеваний, которые на раннем этапе может диагностировать только опытный и квалифицированный специалист. Искусственный интеллект в этом случае является таким специалистом, аккумулируя в себе десятки тысяч похожих случаев. При этом развитие ИИ как инструмента диагностирования касается также диагностирования и других заболеваний.

Кроме обработки статистики, ИИ может помочь в обнаружении новых лекарственных препаратов или определении риска возникновения заболеваний.

Примеры.

1. В настоящее время «прорывные» результаты в науке обеспечивают широкое применение ИИ для открытия новых лекарственных средств [3]. Современные языковые и диффузионные модели

нейросетей, использующие ИИ-технологии, извлекающие данные из «зашумленных» изображений, активно используются для прорывных открытий в фармацевтике и медицине. Квантовые технологии также применяют для ускоренной разработки и тестирования лекарств. Согласно Air Street Capital отрасли (иммунология, сельское хозяйство, социальные науки, химия, нейронауки, психология, экономика, медицина, бизнес, физика, математика), в которых ИИ помогает совершать научные прорывы, и их количество в этих отраслях представлено на рис. 1.

Например, платформа для открытия лекарственных средств Biotech исследует биоактивные молекулы, белки и новые структурные классы, которые невозможно обнаружить без мощных квантовых компьютеров. Исследования компании Shang Far Biotechnology Co. связаны с совершенствованием лечения онкозаболеваний.

В будущем квантовые вычисления откроют новые направления в геномной инженерии, помогут моделировать ДНК. В России коммерческий банк «Сбер» развивает квантовые технологии для вычислений в ИИ, которые найдут применение и в медицине⁶, в частности, для диагностики некоторых заболеваний на ранней стадии.

Корпорация Google создала на основе PaLM-E (ИИ-модели общего назначения, способной демонстрировать высокую производительность в задачах, связанных с языком, зрением и мультимодальными функциями) эталон MultiMedBench 14 разных биомедицинских задач, включая ответы на вопросы, визуальные ответы на вопросы, классификацию изображений, формирование и обобщение радиологических отчетов, а также поиск геномных вариантов для выявления отклонений, которые могут вызывать патологии⁷.

2. В США за период 2018-2020 гг. произошло 7600 случаев врачебных назначений неправильного лечения пациентов, в том числе примерно 9 % случаев, связанных с травмами/смертью⁸. В 4 года ребёнок начал испытывать хроническую боль, он

принимал каждый день мощные обезболивающие препараты. На протяжении 3-х лет родители водили его к разным врачам, посетив 17 разных специалистов, но диагноз поставить никто из них не смог. От неизвестной болезни ребенок волочил одну ногу при ходьбе и испытывал сильные головные боли, быстро утомлялся, стал меняться и его характер – он стал капризным, у него наблюдались приступы гнева. Мать ребенка ввела все результаты исследований сына в нейросеть ChatGPT⁹, которая поставила диагноз – расщепление позвоночника и порок развития спинного мозга (очень редкое и труднодиагностируемое заболевание). Мать отправилась с ребенком к нейрохирургу, который подтвердил диагноз нейросети. Ребенку сделали операцию и, по словам матери, он может играть с другими детьми и заниматься спортом¹⁰.

3. Аутентификация по лицу системой на базе компьютерного зрения для диагностики заболеваний – это применение компьютерного зрения в медицине для предотвращения ошибочной диагностики пациента во время лечения. Такой анализ выполняется в основном высококвалифицированными специалистами, чтобы помочь врачу диагностировать заболевания. Применение методов компьютерного зрения особенно распространено в офтальмологии и радиологии для обработки изображений. Визуальное распознавание изображений с помощью интеллектуальной системы компьютерного зрения позволяет производить такие инновационные продукты, как система Microsoft InnerEye, устанавливая быстрые и точные диагнозы во все большем числе заболеваний. В процессе компьютерной томографии получается серия из сотен снимков, на обработку которой у специалистов уходят многие часы. На каждом снимке врач должен обвести орган, который будет подвергнут химиотерапии, чтобы затем воссоздать из этих контуров трёхмерное изображение.

6 Революция в ИТ: как устроен квантовый компьютер и зачем он нужен. 14.07.2023. URL: <https://dzen.ru/a/ZLFGMM1r6RCZubMH>

7 Макаренко О. Искусственный интеллект 2023–2024: борьба за данные и открытая разработка. 4.12.2023. URL: <https://dzen.ru/a/ZW3T8OH4LENF7a8F>

8 Отчет Grand View Research «Анализ применения компьютерного зрения». URL: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/computer-vision-market>

9 Инструмент, основанный на ИИ и похожий по функционалу на «чат-бот», позволяющий выводить формальный письменный и разговорный тексты, пользователи которого могут ввести вопрос/подсказку, а ChatGPT сгенерирует ответ в сообщении [GPT-4 Technical Report. OpenAI Index. URL: <https://openai.com/research/gpt-4>], на основе данной технологии граждане имеют возможность делать разнообразные картинки, тексты, голоса и музыку.

10 7-летнего мальчика из США спас от редкого заболевания искусственный интеллект. URL: https://deti.mail.ru/news/7letnego-malchika-iz-ssha-spas-ot-redkogo-?frommail=ft_ml

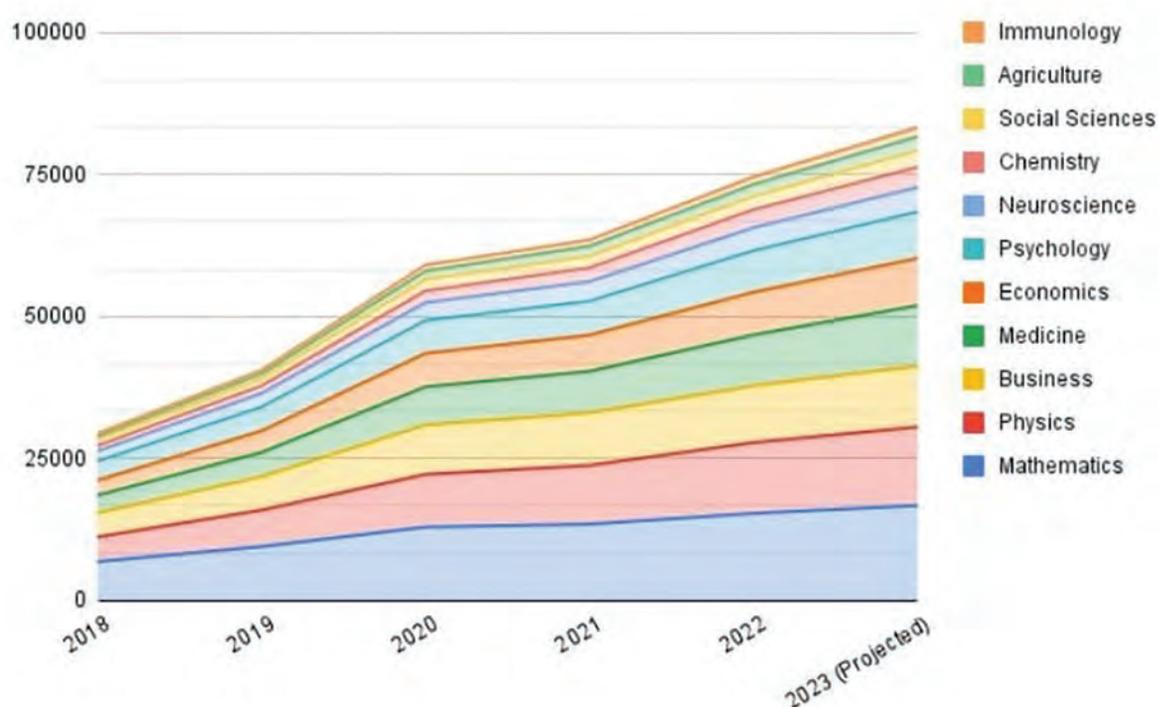


Рис. 1. Отрасли, в которых ИИ помогает совершать научные прорывы, и их количество в этих отраслях
 Источник составлено на основе [Макаренко О. Искусственный интеллект 2023–2024: борьба за данные и открытая разработка. 4.12.2023. URL: <https://dzen.ru/a/ZW3T8OH4LENF7a8F>].

Система Microsoft InnerEye помогает медработникам интерпретировать снимки компьютерной томографии и значительно сократить время (все операции выполняются автоматически за 30 сек) на обнаружение злокачественных образований у пациента [8]. Специалисту остаётся лишь проверить результаты и в случае необходимости внести правки¹¹.

Инновационное решение на базе технологий компьютерного зрения в радиологии российского стартапа «Цельс» помогает анализировать и описывать медицинские снимки с помощью ИИ-технологий: когда врачи проводят диагностику (флюорография и рентген органов грудной клетки, маммография, компьютерная томограмма органов грудной клетки и мозга), они получают исследования с разметкой и заключением ИИ, что сокращает количество ошибок и ускоряет их работу. То есть данный продукт объединяет компетенции врачей и ИИ для сохранения жизни и здоровья пациентов с онкологией. В диагностическом центре производится исследование, передаваемое с оборудова-

ния в PACS-систему¹² (медицинскую базу данных), откуда посредством защищенного протокола передается на ядро нейросети, где обрабатывается и маршрутизируется в обратном направлении с результатами анализа. Врач-рентгенолог может переключиться между исходным и обработанным исследованием за счёт полной интеграции решения стартапа «Цельса» с PACS-системой.

Камеры видеонаблюдения с программным обеспечением на основе ИИ с целью охраны их здоровья посредством контроля ношения масок, регулярного мытья рук и наличия у них кашля устанавливались во время пандемии COVID-19 у заключенных.

Внедрение видеонаблюдения на основе ИИ в больницах позволяет помочь в обнаружении мошенничества и контроле соответствующего медицинского персонала.

4. Разработанная учеными из Лозанны (Швейцария) система SEBRA регистрирует мозговые

¹² Picture Archiving and Communication System - система передачи и архивации DICOM-изображений, предполагающие создание специальных удалённых архивов на DICOM Server'ax, где объёмный архив может длительное время храниться и быть быстро доступным для поиска и просмотра интересующей информации по DICOM-сети.

¹¹ Система Microsoft InnerEye ускоряет работу медиков со снимками внутренних органов. 13.08.2017. URL: <https://se7en.ws/sistema-microsoft-innereye-uskorit-rabotu-medikov-so-snimkami-vnutrennikh-organov/>

сигналы зрительной коры и воспроизводит увиденное. Тестирование проводилось на мышах: на мышь надели устройство, регистрирующее мозговую активность. Искусственный интеллект обучался, сопоставляя сигналы из мозга и кадры, которые в этот момент видела мышь. После этого система SEBRA проанализировала импульсы другой мыши и довольно точно воспроизвела видео, которое ей показали. Искусственный интеллект не сможет читать мысли человека в обозримом будущем, однако открывает большие возможности для более глубокого изучения мозговой деятельности человека и животных¹³.

Среди важных достижений в России – это решение регуляторных проблем, разъяснение правового статуса ИИ в медицине. В России «медицинский искусственный интеллект» законодательно оформлен в 2020 г. в рамках соответствующего постановления Минздрава РФ.

На международной конференции по искусственному интеллекту и машинному обучению Artificial Intelligence Journey 2023 президент РФ В.В. Путин отметил: «Человечество начинает новую главу своего существования с внедрением искусственного интеллекта в разные сферы деятельности» и это происходит с внедрением искусственного интеллекта в «науку, в образование, в здравоохранение»¹⁴.

Согласно Председателю Правительства М.В. Мишустину: «В России нормативное и этическое регулирование рынка искусственного интеллекта является одним из самых прогрессивных в мире». Запущено 2 экспериментально-правовых режима в сфере медицины, что позволяет проверять новые технологии на практике, и на основе такой проверки формировать эффективную законодательную базу.

Из вызовов, связанных с развитием новых технологий, согласно М.В. Мишустину – это защита персональных данных, вопросы информационной безопасности в целом, охрана интеллектуальной собственности и влияние инноваций на жизнь граждан: «Многие по-прежнему доста-

точно настороженно относятся к новым технологиям, в том числе на основе искусственного интеллекта. Особенно, когда речь идет о таких чувствительных с точки зрения нравственности и морали областях, как образование, здравоохранение, социальная сфера»¹⁵. Всемирная организация здравоохранения также призвала проявлять осторожность при использовании такого ИИ, как ChatGPT, ради здоровья и защиты индивидуальности людей¹⁶.

Правительство России предполагает запустить федеральный проект «Цифровые сервисы здравоохранения», в рамках которого будет оказываться бюджетная поддержка внедрению ИИ в медицину. К ресурсам «цифровой» трансформации медицинских организаций и систему здравоохранения в целом можно отнести прежде всего телемедицину. В настоящее время в России около 16 % российских медицинских организаций внедряют в работу ИИ¹⁷, зарегистрировано 17 медицинских изделий с ИИ. Для сравнения, «Управлением по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств» (США)¹⁸ зарегистрировано порядка 270 ИИ-решений в рентгенологии.

Согласно заявлению Министра здравоохранения РФ Михаила Мурашко с 2024 г. переход на электронные медицинские карты «с формированием полей, требований к региональным медицинским информационным системам» станет обязательным¹⁹. Речь идет о том, чтобы сформировать ресурс данных, позволяющий трансформировать систему здравоохранения в целом. Одна из возможностей, предлагаемой цифровизацией – принятие решения на основе аналитического подхода, заключающегося в предварительном анализе возможных рисков и последствий, например диагноза пациента. Это возможно только в

13 Медведев Д. ИИ SEBRA воспроизвел видео, которое посмотрела мышью 07.05.2023. URL: <https://2051.vision/2023/05/07/ii-cebra-voisproizvel-video-kotoroe-posmotrela-mysh/>

14 Путин: с внедрением ИИ человечество начинает новую главу существования. 24.11.2023. URL: <https://russian.rt.com/nopolitics/news/1236154-putin-novaya-glava-suschestvovaniya>

15 Кузьмин В. Михаил Мишустин считает, что ИИ должен работать для защиты интересов и прав людей. 26.09.2023. URL: <https://rg.ru/2023/09/26/nejroset-s-doveriem.html>

16 Искусственный интеллект может выйти на уровень человека через пять лет — NYT. 01.12.2023. URL: <https://rusvesna.su/news/1701353514>

17 Ларина А. Использование ИИ станет обязательным условием получения субсидий от государства. Коммерсантъ. 23.11.2023. URL: <https://news.mail.ru/politics/58729723/?frommail=1>

18 Англ. Food and Drug Administration, FDA.

19 В следующем году в России все перейдут на электронные медкарты. 10.12.2023. URL: <https://rusvesna.su/news/1701867184>

условиях, когда все данные хранятся в цифровом виде, что является ценным цифровым капиталом для принятия эффективного и результативного решения.

Под данным Росстата, 88 % врачей сообщают об увеличении административной нагрузки за последние 5 лет. В настоящее время 40 % повторяющихся задач, выполняемых вспомогательным персоналом медучреждений, и 33 % задач, выполняемых практикующими медработниками, могут быть автоматизированы.

Современные виды медицинского ИИ радикально снижают нагрузку на самые востребованные категории врачей. Значительная часть квалифицированных врачей вынуждена работать над рутинными задачами: смотреть снимки, разбирать кардиограммы. В это время врач мог бы заниматься сложными случаями, вместо просмотра нескольких десятков снимков в сутки. Искусственный интеллект справляется с такими рутинными задачами. Если же ИИ не уверен в правильной расшифровке снимка или у пациента возникают вопросы, вызывают специалиста, который анализирует снимок. Но это случается, как правило, в 1-м % из всех снимков. Хотя врачи в Москве оцифровали несколько миллионов кардиограмм и с помощью нейросетей расшифровали в 2022 г. порядка 5 млн электрокардиограмм, кардиограммы нескольких миллионов пациентов всё еще не расшифрованы. При использовании ИИ такие ситуации будут исключены²⁰.

Рекомендации

1. Государственные медучреждения и частные клиники ежедневно производят сотни согласованных с разными органами и поставщиками, многие из этих процессов можно автоматизировать с помощью программ RPA²¹ и NLP²² на основе ИИ.

20 «Если внедрение ИИ прямо сейчас не поставить под контроль, дыр в безопасности появится очень много». 9.12.2023. URL: <https://dzen.ru/a/ZXQBjSvpzjQhWgtG>

21 *Robotic process automation - технология автоматизации бизнес-процессов, основанная на метафорическом программном обеспечении роботов (ботов) или работников ИИ. Отличительной особенностью роботов RPA, является возможность использования пользовательского интерфейса для сбора данных и управления приложениями.*

22 *Natural Language Processing (автоматическая обработка тестов) – это часть Data Science, специализирующаяся на работе с текстами: машинный перевод, всевозможные «умные» чат-боты, детекция спама в почте и многие-многие др. Любая задача, связанная с текстами, в которой используются методы машинного обучения, нейросети и data science, можно отнести к NLP.*

Использование программы RPA для ввода, обработки и корректировки обращений для страховых компаний упрощает процесс и делает его более надежным, программа может сократить время обработки обычных обращений на 85 %, исключая при этом до 70% повторяющихся задач. В свою очередь, программа NLP хорошо подходит для таких процессов, как преобразование записей клинической картины пациента в стандартизированные коды. Задачи ИИ, связанные с предварительной авторизацией, включают: 1) определение плана медицинского лечения больного, медицинских льгот и требуемых лекарств; 2) точное определение того, какие услуги/лекарства требуют предварительного разрешения на получение льгот по индивидуальному плану медицинского страхования каждого пациента; 3) заполнение, сбор, систематизация и вывод такой документации, как история болезни, справочная информация и обоснование необходимости проведения медицинского исследования.

2. Многие россияне в настоящее время негативно относятся к цифровизации медицинских данных, что связано с расширением утечек персональных данных и проблемами мошенничества с использованием персональных данных. Поэтому необходимы совершенствование технологий, обеспечивающих сохранность персональных данных, в том числе их обезличенность.

Выводы

1. Распространение ИИ приведёт к сокращению профессий, где нужен человек. Искусственный интеллект, обладающий собственным самосознанием и волей, будет над всем и каждым, в том числе это касается и рабочих мест в медицине. Так согласно аналитикам Goldman Sachs²³ младший персонал скорее всего будет заменен ИИ и роботами. Однако, ИИ - дополнительный инструмент врача и будет им оставаться, он не сможет заменить врача в таких сложных случаях, как назначение лечения тяжелобольным²⁴. Также в будущем будут востребованы такие профессии, как инженер-биомедик, специалист по применению ИИ в медицине, проек-

23 *Инвестиционно-банковская компания, предлагающая услуги по управлению инвестициями, ценным бумагам, управлению активами, первичной брокерской деятельности и андеррайтинге ценных бумаг.*

24 *Медведев Д. Как развитие ИИ повлияет на рынок труда? 02.04.2023. URL: <https://2051.vision/2023/04/02/kak-razvitiie-ii-povliyaet-na-rynok-truda/>*

тировщик медицинских роботов²⁵, консультант по ДНК-тестам.

2. Предполагается, что ИИ-сектор в медицине будет реализовывать новые сценарии применения: повысится количество анализируемых модальностей и видов патологий, метрики качества решений, рентгенологические исследования, вероятно, могут быть увязаны с остальными данными анамнеза карты пациента и результатов его анализов, в том числе и в динамике, что, в совокупности, позволит значительно повысить качество итогового диагноза и назначаемых методов лечения²⁶.

3. Согласно В.В. Путину²⁷ ориентация в ИИ-сфере должна стать обязательным требованием к любой профессии в здравоохранении. С ИИ-системами способны эффективно работать только интеллектуально хорошо подготовленные профессионалы, поэтому в ближайшее время компетенциями такого сотрудника в медицинской организации и в системе здравоохранения должны стать современные технологии работы с большими данными, распределённые реестры (блокчейн), ИИ, виртуальная и дополненная реальность, машинное обучение и др. Сотрудники «поколения Z» [5], из которых в настоящее время в основном и формируются программисты, разрабатывающие программы для ИИ и роботов уверены, что будут жить «вечно», рассчитывая в этом как на медицину, так и на роботов и компьютеров с ИИ.

Литература

1. Великороссов В.В., Филин С.А., Никулин Л.Ф. Формирование парадигмы менеджмента для условий деятельности комплексов роботов и суперкомпьютеров, оснащенных искусственным интеллектом // Философия хозяйства. 2021. № 1. С. 227-243.
2. Емец М.И. Перспективы биометрической идентификации // Креативная экономика. 2019. Т. 13. № 5. С. 927-936.
3. Ланчаков А.Б., Филин С.А., Якушев А.Ж. Использование искусственного интеллекта в науке и образовании // Философия хозяйства. 2023. № 6 (150). С. 169-187.
4. Никулин Л.Ф., Великороссов В.В., Филин С.А., Ланчаков А.Б. Искусственный интеллект и трансформация менеджмента // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2020. Т. 16. № 4 (385). С. 600-612.
5. Филин С.А., Волков М.А. Экономический инфантилизм как синдром «поколения Z» // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 1. № 8. С. 114-124.
6. Филин С.А., Можаров Р.С., Генкин Е.В. Внутренний и внешний маркетинг взаимоотношений в медицинских организациях // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2021. Т. 17. № 6 (399). С. 1052-1080.
7. Черных Е.Е. Основные направления стратегий развития искусственного интеллекта в медицине: гонка за первенство и правовые риски // Вестник Уральского юридического института МВД России. 2020 № 1. С. 74-77.
8. Varun H.B., Irfan A., Mahiben M. Artificial intelligence in medicine: current trends and future possibilities, Clinical technology Lead, 2018 Mar; 68(668):143-144, doi: 10.3399/bjgp18X695213.

Контакты авторов:

Колесникова И.М.

e-mail: ir.max.kolesnikova@gmail.com

Конфликт интересов: отсутствует

25 Греф назвал профессии будущего. РИА Новости. 4.03.2020. URL: <https://news.mail.ru/society/40818101/?frommail>

26 Иванова Е. ИИ для сохранения жизни. 14.07.2023. URL: <https://2051.vision/2023/07/14/ii-dlya-sohraneniya-zhizni/>

27 Путин: РФ способна стать одним из глобальных лидеров в области искусственного интеллекта. ТАСС. 9.11.2019. URL: <https://news.mail.ru/politics/39420591/?frommail=1>

УДК 351.863.7:578.834.1

DOI: 10.34852/GM3CVKG.2024.68.69.010

© Коллектив авторов, 2024

Яшина Е.Р.¹, Турзин П.С.^{1,2}, Лукичев К.Е.³, Ушаков И.Б.⁴, Лупанов А.И.⁵**ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ МЕДИЦИНСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19 ЗА РУБЕЖОМ**¹ ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Москва, Россия² ГБУ города Москвы «Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы», г. Москва, Россия³ ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Россия⁴ ФГБУ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва, Россия⁵ ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Целью исследования было изучение организации и особенностей медицинского обеспечения спортсменов во время пандемии COVID-19 за рубежом. Для этого был выполнен систематический анализ 29 обзоров, метаанализов и статей, опубликованных за период с 2020 по 2023 годы (из которых источники 2022 и 2023 годов составили 75,9%) учеными из 27 стран. Результаты исследования позволили получить новые данные об организации и особенностях как вакцинации от COVID-19 элитных и непрофессиональных спортсменов, так и медицинского сопровождения их тренировочной и соревновательной деятельности во время пандемии COVID-19 за рубежом. Наряду с этим представлены особенности профилактики, течения заболевания COVID-19, лечения и последствий у спортсменов, а также возвращения их к спортивной деятельности. Кроме этого, описано влияние пандемии на психическое здоровье спортсменов.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания РАНХиГС на 2024 год.

Ключевые слова: спортивная медицина, спортсмены, спортивная деятельность, вакцинация, медицинское обеспечение, факторы, проблемы, рекомендации.

Yashina E.R.¹, Turzin P.S.^{1,2}, Lukichev K.E.³, Ushakov I.B.⁴, Lupanov A.I.⁵**ORGANIZATION AND FEATURES OF MEDICAL SUPPORT FOR ATHLETES DURING THE COVID-19 PANDEMIC ABROAD**¹ Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia² Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia³ Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia⁴ FSBI SSC "A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center" FMBA of Russia, Moscow, Russia⁵ Severo-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, St. Petersburg, Russia

Abstract. The purpose of the study was to study the organization and features of medical support for athletes during the COVID-19 pandemic abroad. To do this, a systematic analysis of 29 reviews, meta-analyses and articles published between 2020 and 2023 (of which 75.9% were sources in 2022 and 2023) by scientists from 27 countries was performed. The results of the study provided new data on the organization and features of both COVID-19 vaccination of elite and non-professional athletes, as well as medical support for their training and competitive activities during the COVID-19 pandemic abroad. Along with this, the features of prevention, the course of COVID-19 disease, treatment and consequences in athletes, as well as their return to sports activities are presented. In addition, the impact of the pandemic on the mental health of athletes is described.

The article was prepared as part of the implementation of the RANEPА state task for 2024.

Keywords: sports medicine, athletes, sports activities, vaccination, medical support, factors, problems, recommendations.

Введение

Пандемия COVID-19 вызвала необходимость развития методологии медицинского обеспечения спортивной деятельности. Целью исследования было изучить современную ситуацию с организацией и особенностями медицинского обеспечения тренировочной и соревновательной деятельности элитных и непрофессиональных спортсменов во время пандемии за рубежом.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания РАНХиГС на 2024 год.

Материал и методы

В результате поиска в международной базе данных PubMed на основе ключевых слов: «спортсмены», «спортивная деятельность», «медицинское обеспечение», «пандемия» и «вакцинация», ограниченного периодом с 2020 по 2023 годы, было обнаружено более тысячи систематических обзоров, метаанализов и статей, посвященных проблеме организации и особенностям медицинского обеспечения спортивной деятельности за рубежом во время пандемии. Исходы, представляющие интерес, включали здоровье спортсменов, а также

эффективность и качество их спортивной деятельности во время пандемии. После окончательного отбора и исключения результатов, имеющих недостаточное научно-практическое значение, в анализ были включены наиболее подходящие 29 источников (из них 75,9% за последние 2 года) из 27 стран. Как оказалось, наибольшее внимание изучению этой проблемы уделяли ученые из США, Австралии, Канады, Польши и Англии. Следует отметить, что часть исследований была выполнена международными коллективами ученых. Авторы оценили качество этих обзоров, метаанализов и статей и получили обобщенные новые данные по изучаемой проблеме.

Результаты и их обсуждение

1. Организация и особенности вакцинации от COVID-19 элитных и непрофессиональных спортсменов

Международный коллектив ученых из Венгрии, Италии и Швейцарии выполнил ретроспективное исследование опыта борьбы с COVID-19 у элитных транснациональных спортсменов, занимающихся водными видами спорта. В этом исследовании оценивался опыт элитных спортсменов-водников с коронавирусной болезнью 2019 года (COVID-19) во время первого чемпионата мира, проведенного без социального дистанцирования и изоляции. Для получения данных о демографии, спортивной активности, частоте заражения тяжелым острым респираторным синдромом коронавируса 2 (SARS-CoV-2), симптомах, реинфекции, статусе вакцинации и психологических аспектах был выполнен опрос с участием 812 спортсменов (22,7±5,9 лет) и использованием онлайн-анкеты. Ответы показали, что 49,4% спортсменов перенесли инфекцию SARS-CoV-2. Уровень заражения значительно различался в разных водных видах спорта: самый низкий уровень заражения наблюдался у пловцов на открытой воде (28%), а самый высокий уровень заражения был у игроков в водное поло (67%) и пловцов синхронного плавания (61%). Большинство спортсменов сообщили о легких (51%) или умеренных (27%) симптомах, тогда как у 16% заболевание протекало бессимптомно. Повторное заражение произошло у 13%, а 10% первичных инфекций привели к длительному заражению COVID, при этом усталость (65%) и одышка (48%) были наиболее распространенными долгосрочными симптомами. Примечательно, что 92% спортсменов получили как минимум две дозы вакцины и сообщили о положительном опыте вакцинации (средний балл 8 из 10 для каждой прививки). Изменения настроения и снижение субъективных

показателей значимо коррелировали с общими показателями опыта (0,617 и 0,466, соответственно). Следует отметить, что у большинства спортсменов заболевание протекало доброкачественно, несмотря на относительно высокий уровень инфицирования. Полученные результаты подчеркивают важность проведения вакцинации, а также мониторинга состояния здоровья спортсменов и повышения их устойчивости перед лицом будущих проблем со здоровьем [1].

Международный коллектив ученых из Ирана и Японии разработал рекомендации по интенсивности физических упражнений, вакцинации и спортивному питанию в ходе подготовки элитных спортсменов к лечению инфекций верхних дыхательных путей во время пандемии COVID-19. Сообщается, что элитные спортсмены используют высокоинтенсивные тренировки для поддержания уровня физической подготовки. Однако интенсивные тренировки могут нанести вред иммунной системе, что делает спортсменов подозреваемыми в заболевании COVID-19 и отрицательно влияет на их работоспособность. Кроме того, следует больше ценить диету спортсменов, поскольку она является еще одним фактором, влияющим на иммунную систему, особенно во время пандемии COVID-19. Другой важной проблемой, с которой в настоящее время сталкиваются элитные спортсмены, является вакцинация и ее возможное вмешательство в их тренировки. Поэтому была предпринята попытка обсудить влияние различной интенсивности тренировок, стратегий питания и вакцинации на функцию иммунной системы у элитных спортсменов. Результаты выполненного обзора на основе поиска по базам данных Scopus, ISC, PubMed, Web of Science и Google Scholar за период с 1988 по 2021 годы показали, что, хотя упражнения высокой интенсивности могут подавлять иммунную систему, элитным спортсменам не следует прекращать тренировки в момент заражения, а использовать тренировки низкой и средней интенсивности. Упражнения умеренной интенсивности могут улучшить иммунную функцию и поддерживать физическую форму. Также стратегии питания могут использоваться для улучшения иммунной функции во время периодов высокоинтенсивных тренировок [2].

Польские ученые определили количество тренировочных дней, потерянных из-за COVID-19 и вакцинации против COVID-19 у элитных спортсменов. Для этого анкету о влиянии вакцинации и COVID-19 на планы тренировок заполнили 1073 элитных спортсмена, прошедших плановый медицинский осмотр в период с сентября по декабрь

2021 года. Выявлено, что COVID-19 был диагностирован у 39% из них, из которых 26% протекали бессимптомно. По 10-балльной шкале менее 1% спортсменов имели оценку тяжести заболевания выше 8, тогда как у 64% она была 4 и ниже. Вакцинацию против COVID-19 сделали 76% спортсменам, при этом нежелательные явления наблюдались чаще после первой дозы, чем после второй (69% против 47%). Влияние на тренировку (модифицированное или утраченное) заявили 88% спортсменов с COVID-19 и 28% вакцинированных спортсменов. За период наблюдения среднее количество потерянных дней обучения составило 8,1 для COVID-19 и 2,6 для вакцинации. Совокупное количество человеко-дней, потерянных из-за COVID-19, составило 1041 против 295 после вакцинации, таким образом, средний коэффициент потерь составил 0,97 против 0,36 соответственно. Таким образом спортсмены имели значительную потерю тренировочных дней из-за COVID-19. Выявлено, что вакцинация против COVID-19 наносит значительно меньшие и предсказуемые потери. Это способствует включению вакцинации в политику профилактики для спортсменов, когда она доступна [3].

Ученые из Нидерландов изучили сердечные последствия у спортсменов после вакцинации против COVID-19. Сообщается, что признание миокардита редким побочным эффектом вакцинации мРНК SARS-CoV-2 вызвало глобальные дебаты о безопасности вакцин, особенно в сфере спорта. Основные предполагаемые механизмы патогенеза мРНК-вакцинально-ассоциированного миокардита (С-VAM) против COVID-19 основаны на активации врожденной и адаптивной иммунной системы на чувствительном иммуногенетическом фоне, включая распознавание мРНК в качестве антигена иммунной системой, молекулярная мимикрия между гликопротеином SARS-CoV-2 и антигенами сердечной ткани, а также воспалительная передача сигналов половых гормонов. Относительно молодой возраст спортсменов гипотетически обуславливал повышенный риск С-VAM. Анализ подгрупп среди лиц в возрасте до 40 лет выявил низкую частоту развития миокардита после вакцинации мРНК COVID-19 по сравнению с положительными тестами на SARS-CoV-2. Не было зарегистрировано ни одного подтвержденного случая возникновения у спортсменов сердечных осложнений после вакцинации мРНК. Большинство спортсменов сообщили лишь о легких побочных эффектах после вакцинации от COVID-19. Небольшое, но статистически значимое снижение максимального потребления кислорода у спортсменов произошло после бустерного вве-

дения мРНК BNT162b2. Клиническая значимость и временность этого явления еще предстоит определить. Многие спекулятивные сообщения в социальных сетях связывают внезапную остановку сердца/смерть (SCA/D) у спортсменов с вакцинацией мРНК. Крупные СМИ полностью опровергли эти утверждения. В настоящее время нет доказательств, подтверждающих утверждение о том, что вакцинация мРНК COVID-19 увеличивает риск миокардиальных осложнений или SCA/D у спортсменов. Тем не менее, выбор конкретного режима вакцинации и выбор времени могут оказаться целесообразными для предотвращения негативных последствий для эффективности вакцинации [4].

Ученые из Греции рассмотрели оценку восприятия и практику греческих непрофессиональных спортсменов, посетивших государственную больницу в марте 2022 года, в отношении вакцинации против COVID-19 и ее последствий для спортивных тренировок и соревновательной деятельности. Отмечается, что пандемия COVID-19 серьезно повлияла на спорт. После периода изоляции были проведены вакцинация и разработаны протоколы, чтобы вернуться к нормальной жизни. Ученые стремились оценить отношение и практику, связанные с вакцинацией против COVID-19 среди спортсменов, а также зафиксировать побочные эффекты вакцинации, если таковые имеются. Анкета была роздана 1012 спортсменам мужского и женского пола в возрасте 15 лет и старше в районе Афин. Охват вакцинацией хотя бы одной дозой составил 93,5%, тогда как полностью привитыми были 53,9%. На момент исследования более половины участников были инфицированы SARS-CoV-2. Более 90 % участников сочли вакцины безопасными, эффективными и важными для общественного здравоохранения. Обеспокоенность по поводу потенциальных побочных эффектов особенно выражали женщины-спортсменки (59,1% женщин по сравнению с 42,2% мужчин). Основными причинами отказа от вакцинации были страх перед безопасностью вакцины, обеспокоенность по поводу коротких сроков разработки и испытаний вакцины и сомнение в риске заражения SARS-CoV-2. Основными зарегистрированными побочными эффектами были боль в месте инъекции, утомляемость, лихорадка и головная боль. Примерно две трети участников сообщили, что вакцинация не повлияла на их тренировку, и никто не сообщил о пропуске участия в запланированных спортивных мероприятиях. Участники сообщили как о высоком соблюдении профилактических мер ими самими и коллегами-спортсменами, так и о низкой

удовлетворенности выполнением публичных протоколов и потоком информации, предоставляемой властями. Спортсмены старшего возраста и те, кто менее обеспокоен потенциальными побочными эффектами, с большей вероятностью прошли полную вакцинацию. Тем не менее, подавляющее большинство спортсменов, принимавших участие в нашем исследовании, были вакцинированы от COVID-19, несмотря на любые сомнения относительно эффективности, безопасности или потенциальных побочных эффектов вакцин [5].

2. Организация и особенности медицинского обеспечения спортсменов во время пандемии COVID-19

2.1. Организационные проблемы и рекомендации

Американские ученые разработали «Рекомендации по возвращению в игру элитных спортсменов после заражения COVID-19». Отмечается, что пандемия COVID-19 создала уникальную проблему для специалистов спортивной медицины, поскольку они пытаются безопасно перевести элитных спортсменов к занятиям спортом после заражения COVID-19. Спортсмены должны изолироваться на некоторое время после положительного результата теста на COVID-19, чтобы предотвратить распространение вируса в обществе. После периода изоляции необходимо провести серию сердечных тестов, чтобы оценить, готов ли спортсмен начать протокол восстановления. Должен быть разработан план возвращения к игре, чтобы безопасно реинтегрировать спортсменов высокого уровня в силовую и физическую подготовку, специальные спортивные тренировки и контактные упражнения. Элитным спортсменам также следует постепенно возвращать полную тренировочную нагрузку, чтобы избежать увеличения количества ортопедических травм после длительного отсутствия на тренировках [6].

Также американские ученые рассмотрели организационные вопросы спортивной медицины во время пандемии COVID-19. Отмечается, что перебои в спортивной деятельности, вызванные COVID-19, представляют собой как проблему для врачей и тренеров, так и возможность выявления передового опыта для безопасного возвращения спортсменов в спорт. Существует явная необходимость разработки и принятия последовательных мер по возобновлению спортивной деятельности после заболевания, включая тренировки и соревнования, таким образом, чтобы здоровье и благополучие спортсменов были на первом плане, а также была обеспечена защита тренеров, персонала и зрителей [7].

Наряду с этим американские ученые изучили влияние пандемии COVID-19 на уход за пациентами в спортивной медицине. Отмечается, что пандемия COVID-19 потребовала новых методов ухода за пациентами в спортивной медицине. Телездоровоохранение было признано надежным инструментом для консультаций и медицинских осмотров, а также оно расширяет доступ к медицинской помощи экономически эффективным способом. Признано, что социальное дистанцирование и исключение контакта с членами команды с положительным результатом теста — наиболее эффективные способы уменьшения распространения. При скрининге ежедневные контрольные списки симптомов, о которых сообщают сами спортсмены, и мониторинг температуры помогают выявить потенциально инфицированных спортсменов, которым следует дать указание изолироваться и обратиться за медицинской помощью. Анализ полимеразной цепной реакции на вирус с помощью мазка из носоглотки не рекомендуется для скрининга и должен проводиться только для лиц с симптомами, имеющими лихорадку, кашель или одышку. Маски для лица и средства индивидуальной защиты могут быть полезны в условиях высокого риска, но доказательств в пользу их использования среди спортсменов мало. Средний период возвращения в игру после заражения COVID-19 у элитных спортсменов составляет 18 дней (от 12 до 30), при этом 27% не могут быть полностью доступны через 28 дней. Боль в груди на момент постановки диагноза была единственным симптомом, связанным с потерей времени более 28 дней. Наконец, отмена соревнований или потеря времени приводят к горю, стрессу и разочарованию спортсменов, а также к потере сети социальной поддержки и рутинных режимов тренировок. Спортсменам могут быть показаны услуги по поддержке их психического здоровья [8].

Международный коллектив ученых из Катара и Палестины подготовил обзор факторов риска и стратегий, применяемых для профилактики COVID-19 и других инфекционных заболеваний во время спортивных массовых мероприятий в целях подготовки рекомендаций для будущих чемпионатов мира по футболу FIFA. Отмечается, что спортивные массовые собрания людей вызывают особую озабоченность и налагают дополнительное бремя на принимающие страны и страны происхождения путешественников. Крайне важно определить, как страны боролись с различными инфекционными заболеваниями в контексте предыдущих чемпионатов мира, и определить возможные рекомендации по защите от вспышек. На основе

результатов систематического поиска с использованием PubMed, Embase, Web of Science, SCOPUS, SportDiscus и Google Academic (34 исследования) была составлена информация о факторах риска инфекционных заболеваний во время проведения ФИФА, а также рекомендации по профилактике заболеваний на различных этапах мероприятия: до, во время и после мероприятия. Эти стратегии могут быть реализованы за счет расширения прав и возможностей общественности путем повышения ее социальной ответственности и координации между системой здравоохранения, министерством общественного здравоохранения и другими заинтересованными сторонами. В целом полученные результаты помогут при планировании стратегий защиты для предотвращения любой вспышки во время проведения чемпионата мира по футболу или любых других спортивных мероприятий. Была построена модель для представления выводов и рекомендаций этого обзора [9].

Китайские ученые рассмотрели риски, эпидемии и меры профилактики инфекционных заболеваний на крупных спортивных мероприятиях. Отмечается, что крупные спортивные события находятся в центре внимания всего мира. Однако скопление людей во время этих мероприятий создает огромные риски передачи инфекционных заболеваний, что представляет собой серьезную угрозу для здоровья населения. Поэтому целью данного исследования было систематическое рассмотрение эпидемиологических характеристик и мер профилактики инфекционных заболеваний на крупных спортивных мероприятиях. С использованием электронных баз данных: PubMed, Web of Science, Scopus и Embas были рассмотрены общая информация, характеристики спортивных мероприятий, эпидемиологические характеристики инфекционных заболеваний (вспышки заболеваний разного уровня, факторы риска), меры профилактики и парадигма эпиднадзора. Оказалось, что в последние годы наблюдался быстрый рост исследований, посвященных эпидемиям и факторам риска спортивных мероприятий. Сообщалось о различных инфекционных заболеваниях, включая инфекции дыхательных путей, желудочно-кишечные инфекции, трансмиссивные инфекции, инфекции, передающиеся через кровь, и инфекции, передаваемые через воду. Среди них наибольшие опасения вызвали инфекции дыхательных путей (250/358, 69,8%). Помимо некоторых рутинных профилактических мер, направленных на факторы риска различных заболеваний, в литературе подчеркивается усиление эпиднадзора. Сообщается,

что система наблюдения прошла три стадии разработки, включая ручное архивирование, сетевые системы и автоматизированные интеллектуальные платформы. Выполненное сопоставление предыдущих эмпирических данных имеет смысл для предоставления рекомендаций по проведению крупных спортивных мероприятий. Крайне важно совершенствовать методы эпиднадзора для своевременного выявления возникновения эпидемий и пандемий [10].

Международный коллектив ученых из Франции, Туниса, Малайзии, Англии, Австралии, Катар и Туниса изучил как карантин из-за COVID-19 повлиял на качество сна и тренировочную нагрузку футболистов. Отмечается, что влияние карантина, введенного в связи с пандемией COVID-19 в 2020 году, на сон и поведение спортсменов на тренировках задокументировано, хотя и без привязки к футболу во всем мире. Поэтому было выполнено международное исследование с участием футболистов (n= 1639; 30 стран; возраст 22,5 [5, 7] лет; 81% ≤25 лет; 56% мужчины; 30% элита; 66% мусульмане), которые ответили на ретроспективный перекрестный вопросник, связанный с их поведенческими привычками до и во время изоляции от COVID-19 (с июля по сентябрь 2020 г.), включая: (1) Питтсбургский индекс качества сна PSQI, (2) Индекс тяжести бессонницы (ISI), (3) Специальные вопросы о тренировочном поведении и (4) Игрок-мусульманин сосредоточился на вопросах сна и тренировочного поведения. Оказалось, что во время изоляции (по сравнению с до изоляции) показатели PSQI; умеренный размер эффекта [ES]) и ISI (умеренный ES) были выше в общей выборке и в элите по сравнению с неэлитными (PSQI: малый ES и ISI; небольшой ES), >25 лет по сравнению с ≤25 годами (PSQI: малый ES и ISI; умеренный ES), женщины по сравнению с мужчинами (PSQI: небольшой ES), изоляция <1 месяца по сравнению с более чем 1 месяцем (PSQI: малый ES и ISI: небольшой ES), а также игроки, сохраняющие или снижающие интенсивность тренировок (PSQI: умеренный ES и ISI: небольшой ES). Игроки-мусульмане (41%) сообщили о неблагоприятном режиме сна и/или тренировок во время Рамадана в условиях изоляции по сравнению с изоляцией вне Рамадана. Таким образом определенные подгруппы кажутся более уязвимыми к эффектам изоляции, при этом поддержание интенсивности тренировок смягчает негативные последствия, связанные со сном. Таким образом предполагается, что поддержка (с учетом нюансов подгрупп), подобных карантину, которая облегчает тренировки (включая интенсивность),

кажется разумной, учитывая ее благоприятную связь со сном, психическим и физическим здоровьем [11].

2.2. Особенности профилактики, течения заболевания COVID-19, лечения

и последствий у спортсменов, а также возвращения их к спортивной деятельности

Американские ученые рассмотрели значение выявления миокардита, связанного с SARS-CoV-2 (тяжелым острым респираторным синдромом, вызванным SARS-CoV-2), в медицинском обследовании спортсменов. Отмечается, что миокардит является одной из причин смерти спортсменов. Поскольку ученые рассматривали допуск спортсменов к занятиям спортом во время пандемии COVID-19, они подготовили обзор последствий SARS-CoV-2 на миокард через призму того, что известно о миокардите. Отобранные по проблеме в базе данных PubMed (до 2020 года) статьи были рассмотрены на предмет соответствующей клинической информации, касающейся выявления, оценки, стратификации риска и лечения миокардита у пациентов, включая спортсменов с SARS-CoV-2 и без него. Поскольку миокардит может проявляться различными симптомами и может протекать бессимптомно, врач спортивной медицины должен иметь повышенную осведомленность о спортсменах, которые могли переболеть COVID-19, подвергаться риску развития миокардита и иметь низкий порог для получения дальнейшего сердечно-сосудистого тестирования. Спортсменам с симптомами заболевания SARS-CoV-2 может потребоваться обследование сердца, включая электрокардиограмму и, возможно, эхокардиограмму. Спортсменам с кардиомиопатией может быть полезна магнитно-резонансная томография сердца на этапе восстановления и, в редких случаях, биопсия эндокарда. Таким образом миокардит является известной причиной внезапной сердечной смерти у спортсменов. Сообщаемые в настоящее время показатели сердечного поражения при COVID-19 делают миокардит риском, и врачи, которые разрешают спортсменам заниматься спортом, а также вспомогательный персонал, должны быть знакомы с диагностикой, лечением и выпиской спортсменов с подозрением на миокардит. Учитывая потенциально повышенный риск аритмий, персонал должен отработать свои планы действий в чрезвычайной ситуации и уметь пользоваться автоматическим внешним дефибриллятором [12].

Также американские ученые рассмотрели клинический спектр осложнений COVID-19 у молодых спортсменов. Отмечается, что, хотя у молодых лю-

дей значительная часть диагнозов COVID-19, факторы риска госпитализации и тяжелых осложнений COVID-19 в этой группе населения плохо изучены. Поэтому было выполнено ретроспективное когортное исследование с участием молодых спортсменов (18–24 лет) с подтвержденной инфекцией COVID-19 из Регистра сердечно-сосудистых заболеваний COVID-19 Американской кардиологической ассоциации (АНА) госпитализированных пациентов и Регистра исходов сердечно-сосудистых заболеваний у спортсменов (ORCCA) среди студенческих спортсменов. В реестр АНА вошли 636 молодых людей из 152 больниц. В реестр ORCCA вошли 3653 спортсмена из 42 колледжей и университетов. Основные исходы включали госпитализацию, смерть, серьезные неблагоприятные сердечно-сосудистые события (MACE) и другие тяжелые клинические события. Результаты: по сравнению с регистром ORCCA, пациенты в регистре АНА чаще были женщинами (59% против 33%); имели более высокий средний индекс массы тела (ИМТ) (32,4 против 25,6); и наблюдалась повышенная распространенность диабета (10% против 0,4%), гипертонии (7 % против 0,6%), хронической болезни почек (2% против 0%) и астмы (14% против 8%). В регистре госпитализированных АНА было восемь (2%) смертей по сравнению с нулевым показателем в когорте ORCCA. ИМТ был статистически значимым предиктором смерти в госпитализированной когорте. Никаких значимых предикторов MACE или других тяжелых клинических событий выявлено не было. Таким образом оказалось, что риск сердечных событий у молодых людей в возрасте 18–24 лет с диагнозом инфекция COVID-19 оказался низок. Пациенты, которые были госпитализированы (регистр АНА), с большей вероятностью имели ранее существовавшие сопутствующие заболевания и больший ИМТ, чем здоровые студенты-спортсмены (регистр ORCCA). После госпитализации повышенный ИМТ был связан с повышенной смертностью, хотя другие причины MACE и других тяжелых клинических событий остаются неясными [13].

Международный коллектив ученых из США и Англии рассмотрел COVID-19 и спорт высших достижений: сердечно-сосудистые последствия и возвращение к игре. Отмечается, что ограничение спорта высших достижений во время пандемии COVID-19 было необходимо для предотвращения широкого распространения вируса. Сейчас, когда элитный спорт и международные соревнования в значительной степени восстановлены, по-прежнему существует необходимость разработать со-

ответствующие пути скрининга и лечения для спортсменов, перенесших или переносящих в настоящее время инфекцию COVID-19. Эти подходы должны способствовать процессу принятия решений тренерами, специалистами в области спортивной медицины и спортсменами о возможности вернуться к тренировочной и соревновательной деятельности. В отсутствие наборов продольных данных о популяциях спортсменов частота развития длительных и изнурительных симптомов (например, длительного COVID), которые влияют на возвращение к тренировкам и соревнованиям, остается проблемой для ученых в области спорта и физических упражнений, специалистов в области спортивной медицины и клиники. Поскольку мир пытается приспособиться к «жизни с COVID-19», сама природа элитных и международных спортивных соревнований создает риск для благополучия спортсменов, который необходимо контролировать с помощью протоколов, учитывающих сердечно-сосудистые последствия [14].

Также международный коллектив ученых из США и Канады изучил распространенность воспалительных заболеваний сердца среди профессиональных спортсменов, ранее перенесших инфекцию COVID-19, которые проходили систематический кардиологический скрининг при возвращении к игре. Отмечается, что крупнейшие профессиональные спортивные лиги Северной Америки были одними из первых, кто вернулся к полномасштабной спортивной деятельности во время пандемии коронавирусной болезни 2019 года (COVID-19). Учитывая неизвестную частоту неблагоприятных сердечных последствий после заражения COVID-19 у спортсменов, эти лиги внедрили консервативную программу сердечного тестирования при возвращении в игру (RTP) в соответствии с рекомендациями Американского колледжа кардиологов для всех спортсменов с положительным результатом теста на COVID-19. Поэтому была выполнена оценка распространенности выявляемых воспалительных заболеваний сердца у профессиональных спортсменов, ранее перенесших инфекцию COVID-19, используя текущие рекомендации по скринингу RTP. Рассматривались сердечные тесты RTP, проведенные в период с мая по октябрь 2020 года у профессиональных спортсменов, у которых был положительный результат теста на COVID-19. Профессиональные спортивные лиги ввели обязательные требования к кардиологическому скринингу для всех игроков, у которых был положительный результат теста на COVID-19 перед возобновлением соревнований. Было вы-

полнено тестирование на тропонин. Электрокардиография (ЭКГ) и эхокардиография покоя проводились после положительного результата теста на COVID-19. Обезличенные сердечные данные Interleague были объединены для коллективного анализа. Лиц с аномальными результатами скрининговых тестов направляли на дополнительное обследование, включая магнитно-резонансную томографию сердца и/или стресс-эхокардиографию. В качестве основных исходов и мер рассматривались: распространенность аномальных результатов тестов RTP, потенциально представляющих повреждение сердца, связанное с COVID-19, а также результаты дополнительного тестирования, полученные в ходе скрининга. В исследование были включены 789 профессиональных спортсменов (средний возраст 25 [3] лет; 98,5% мужчин). В общей сложности 58,3% спортсменов ранее имели симптоматическое заболевание COVID-19, а у 41,7% заболевание протекало бессимптомно или малосимптомно. Тестирование проводилось в среднем через 19 дней (диапазон 3–156 дней) после положительного результата теста. Аномальные результаты скрининга были выявлены у 30 спортсменов (тропонин – у 6 спортсменов; ЭКГ – у 10 спортсменов; эхокардиография – у 20 спортсменов), что потребовало дополнительного тестирования. У 0,6% спортсменов в конечном итоге были обнаружены данные магнитно-резонансной томографии сердца, указывающие на воспалительные заболевания сердца (миокардит – 3; перикардит – 2), что привело к ограничению участия в играх. У спортсменов, прошедших кардиологический скрининг и возобновивших профессиональные занятия спортом, не наблюдалось никаких неблагоприятных сердечных событий. Таким образом были представлены данные, позволяющие оценить распространенность соответствующей сердечной патологии, связанной с COVID-19, с учетом текущих рекомендаций по скринингу RTP. Несмотря на то, что длительное наблюдение продолжается, случаев воспалительных заболеваний сердца выявлено немного, и к настоящему времени достигнуто безопасное возвращение спортсменов к профессиональной спортивной деятельности [15].

Венгерские ученые выполнили кардиопульмональные обследования спортсменов, возвращающихся к занятиям спортом высокой интенсивности после заражения SARS-CoV-2. Отмечается, что после заражения SARS-CoV-2 были опубликованы рекомендации по возвращению в спорт. Однако данных о долгосрочном влиянии заболевания на спортивные результаты спортсменов недоста-

точно. Поэтому при возвращении переболевших спортсменов к тренировкам максимальной интенсивности были проведены контрольные обследования с помощью кардиопульмонального нагрузочного теста *vita-maxima* (CPET). Участвовало из различных видов спорта 165 бессимптомных элитных спортсменов (мужчины: 122, возраст: 20 лет (17-24 года), тренировки: 16 часов в неделю (12-20 часов в неделю), наблюдение: 93,5 дня (66,8-130,0 дней). Во время CPET-обследований спортсмены достигали $94,7 \pm 4,3\%$ от максимальной частоты сердечных сокращений, максимального потребления кислорода $50,9 \pm 6,0$ мл/кг/мин ($\dot{V}O_{2max}$) и максимальной вентиляции $143,7 \pm 30,4$ л/мин. Выявлены индуцированные аритмии ($n=7$), значительная горизонтальная/нисходящая депрессия ST (3), ишемическая болезнь сердца (1), артериальная гипертензия (7), незначительно повышенное легочное давление (2). Было также выявлено связанное с этим повышение вч-тропонина-T (1). Самоконтролируемые сравнения CPET были проведены у 62 спортсменов: из-за интенсивной восстановительной тренировки время тренировки, $\dot{V}O_{2max}$ и вентиляция увеличились по сравнению с результатами до COVID-19. Однако способность к физической нагрузке снизилась у 6 спортсменов. Еще 18 спортсменов с продолжающимися незначительными длительными симптомами пост-COVID, патологическими ЭКГ (ишемические изменения ST-T и аритмии) или лабораторными показателями (повышение hsТропонина-T) находились под контролем. Ранее были выявлены: миокардит, связанный с SARS-CoV-2 ($n=1$), ишемическая болезнь сердца (1), аномальное происхождение от коронарных артерий (1), значительные желудочковые (2) или предсердные (1) аритмии. Через три месяца после заражения SARS-CoV-2 большинство спортсменов имели удовлетворительный уровень физической подготовки. Выявлено несколько случаев с патологиями, связанными или не связанными с SARS-CoV-2, требующими дальнейшего обследования, лечения или наблюдения [16].

Итальянские ученые выяснили в результате ретроспективного анализа высших футбольных лиг Италии и Испании, что инфекция SARS-CoV-2 способствовала увеличению риска мышечных травм у профессиональных футболистов-мужчин. Ретроспективное когортное исследование профессиональных футболистов Серии А и Ла Лиги было проведено с целью изучения корреляции между инфекцией SARS-CoV-2 и мышечными травмами. Игроки были разделены на две группы в зависимости от того, заразились ли они инфекцией SARS-

CoV-2 (С+) или нет (С-) в сезоне 2020/2021 годов. В сезоне 2019-2020 оба чемпионата показали одинаковое количество между С+ и С- (Серия А: $p=0,194$; 95% ДИ: от $-0,044$ до $0,215$, Ла Лига $p=0,915$; 95% ДИ: от $-0,123$ до $0,137$). В сезоне 2020-2021 у С+ было значительно большее количество мышечных травм по сравнению с С- в обоих чемпионатах (Серия А: 95% ДИ от $0,731$ до $1,038$; Ла Лига: 95% ДИ: от $0,773$ до $1,054$). Множественный линейный регрессионный анализ подтвердил, что принадлежность к категории С+ в сезоне 2020/2021 была переменной, наиболее сильно влиявшей на вероятность получения мышечной травмы. Анализ выживаемости выявил коэффициент риска $3,73$ (95% ДИ от $3,018$ до $4,628$) и $5,14$ (95% ДИ от $3,200$ до $8,254$) для Серии А и Ла Лиги соответственно. Таким образом была обнаружена связь между инфекцией SARS-CoV-2 и повышенным риском мышечных травм, и показана важность тщательного обоснования принятия решения о возвращении спортсменов в спорт. Следовательно, заражение SARS-CoV-2 следует расценивать как реальную травму, требующую специальной оценки и программ обучения [17].

Итальянские ученые выполнили обзор кардиореспираторных осложнений после инфекции SARS-CoV-2 у молодых взрослых здоровых спортсменов. Был выполнен анализ научных данных, опубликованные в первые два года пандемии COVID-19, с целью сообщить о кардиореспираторных осложнениях, наблюдавшихся после заражения SARS-CoV-2 у молодых здоровых спортсменов. Всего в исследование были включены 4725 спортсменов (3438 мужчин и 1287 женщин), занимающихся 19 видами спорта. Информацию о симптомах предоставили 93% спортсменов; из них 33% заявили о бессимптомном течении, тогда как у остальных 67% отмечалось возникновение симптомов легкой (1315; 45%), средней (821; 28%), тяжелой (1; 0%) степени, а также неизвестной (809; 27%) степени тяжести. Наиболее частыми симптомами были аносмия (33%), агевзия (32%) и головная боль (30%). Магнитно-резонансная томография сердца выявила наибольшее количество кардиореспираторных нарушений (15,7%). Среди подтвержденных воспалений наиболее часто встречался миокардит (0,5%). Таким образом низкая степень тяжести симптомов и низкая частота нарушений со стороны сердца позволяют предположить, что риск значительного поражения сердечно-сосудистой системы после заражения SARS-CoV-2 у молодых спортсменов, вероятно, низок; однако долгосрочные физиологические эффекты инфекции SARS-CoV-2 еще не уста-

новлены. В большинстве случаев обширный кардиореспираторный скрининг кажется излишним и классического сердечно-сосудистого скрининга перед участием может быть достаточно [18].

Международный коллектив ученых из Канады, США и Швейцарии рассмотрел сердечные эффекты COVID-19 на молодых соревнующихся спортсменов. Выполненное исследование «Регистр результатов сердечных заболеваний у спортсменов» (ORCCA) – это крупномасштабное исследование, оценивающее сердечно-сосудистые эффекты и исходы инфекции SARS-CoV-2 у молодых спортсменов, участвующих в соревнованиях. Результаты исследования ORCCA предоставили важную информацию о клиническом влиянии инфекции SARS-CoV-2 на здоровье сердечно-сосудистой системы молодых спортсменов, соревнующихся в соревнованиях, и послужили основой для современного скрининга и возвращения к спортивной практике. Ключевые результаты включали определение низкой распространенности как поражения сердца, так и неблагоприятных сердечно-сосудистых исходов после заражения SARS-CoV-2, а также оценку полезности кардиологического обследования при возвращении в игру. Будущие цели исследования ORCCA включают долгосрочную оценку сердечно-сосудистых исходов среди спортсменов после заражения SARS-CoV-2 и переход к изучению исходов у молодых спортсменов с генетическими или структурными сердечно-сосудистыми диагнозами потенциально высокого риска [19].

Французские ученые изучили кардиологический скрининг спортсменов перед их возвращением в элитный спорт после заражения SARS-CoV-2. Отмечается, что инфекция SARS-CoV-2 может вызвать повреждение сердца. Поэтому из-за отсутствия четких данных спортсменам было рекомендовано пройти кардиологическое обследование перед возвращением в игру после недавнего заражения SARS-CoV-2. Ученые изучили медицинские карты элитных спортсменов, направленных на кардиологическое обследование перед возвращением в игру после негоспитализированной инфекции SARS-CoV-2 (на основании положительной полимеразной цепной реакции или теста на антиген) с марта 2020 года по июль 2021 года. Всего было обследовано 554 элитных спортсмена (профессионального или национального уровня) (средний возраст 22 года, 72,0% мужчины). Электрокардиограмма (ЭКГ), эхокардиограмма и нагрузочная проба были выполнены 551 (99,5%), 497 (89,7%) и 293 (52,9%) спортсменам соответственно. Ученые обнаружили аномалии, потенциально связанные

с инфекцией SARS-CoV-2, на четырех ЭКГ (0,7%), трех эхокардиограммах (0,6%) и трех нагрузочных тестах (1,0%). Магнитно-резонансная томография сердца была выполнена у 34 спортсменов (6,1%), в основном из-за отклонений от нормы при первичном обследовании, а отклонения от нормы были выявлены у одного (2,9%). Частота этих отклонений не была выше среди спортсменов с сердечными симптомами или более тяжелыми формами негоспитализированной инфекции SARS-CoV-2. Только у одного спортсмена был возможен миокардит SARS-CoV-2, и спорт ему был временно противопоказан. Ни у одного из них не было выявлено серьезного сердечного события во время наблюдения. Таким образом доля поражений сердца после негоспитализированных форм инфекции SARS-CoV-2 у спортсменов очень низкая. Ученым, выполнившим это исследование, систематический кардиологический скрининг перед возвращением в игру кажется ненужным [20].

2.3. Влияние пандемии на психическое здоровье спортсменов

Международный коллектив ученых из США и Канады рассмотрел социальное дистанцирование: взаимодействие с товарищами по команде, спортивную идентичность и психическое здоровье студентов-спортсменов во время пандемии COVID-19. Целью было изучить меры дистанцирования для борьбы с распространением нового коронавируса, которые создали проблемы для психического здоровья и благополучия студентов колледжей. Когда деятельность в кампусе прекратилась, студенты-спортсмены внезапно оказались изолированными от товарищей по команде и больше не могли участвовать в спортивных мероприятиях, которые часто являлись центральным элементом их идентичности как спортсменов. Однако студенты-спортсмены, которые имели поддерживающие социальные связи с товарищами по команде во время этой пандемии, могли в большей степени сохранять свою спортивную идентичность и общаться об улучшении психического здоровья. Выборка из 234 студентов-спортсменов завершила опросы до начала дистанцирования из-за COVID-19 (февраль 2020 г.), при этом 135 (63% женщин) приняли участие в последующем наблюдении в течение месяца после закрытия школ (апрель 2020 г.). Оценивались влияние социальной поддержки и связей товарищей по команде (во время COVID-19), а также изменения спортивной идентичности на показатели психического здоровья. Учитывая результаты тестирования, студенты-спортсмены, которые получали больше социальной поддержки

и сообщали о большей связи с товарищами по команде, сообщили о меньшем снижении своей спортивной идентичности и в большинстве сообщили о лучшем психическом здоровье и благополучии. Косвенные эффекты показали, что изменение спортивной идентичности студентов-спортсменов опосредовало влияние социальной поддержки товарищей по команде на психологическое благополучие и симптомы депрессии. Таким образом эти результаты продемонстрировали ценность сохранения как социальных связей со сверстниками, так и ролевой идентичности во время пандемии COVID-19 [21].

Международный коллектив ученых из Арабских Эмиратов и Бразилии рассмотрел здоровье и благополучие спортсменов во время пандемии коронавируса. Отмечается, что продолжающаяся пандемия стала ведущей мировой проблемой здравоохранения, вызывая массовый общественный страх и беспокойство. Отчеты показали, что спортсмены обращаются за помощью в области психического здоровья, демонстрируя давление скуки и напряжения, связанное с их ожидаемой социальной изоляцией. Поэтому было выполнено исследование, направленное на оценку данных о влиянии пандемии на профессиональный стресс у профессиональных спортсменов. Было выявлено девять исследований, в которых изучалось влияние пандемии на психическое здоровье спортсменов. В качестве измерителей исходов использовались уровни депрессии, тревоги и стресса. Зависимыми переменными были физическая активность, питание, психическое состояние, качество сна, индивидуальное благополучие, социальная идентичность, исключительность, негативная аффективность, употребление алкоголя, психологический дистресс и пристрастие к азартным играм. В результате подчеркивалась необходимость активного взаимодействия с профессиональными спортсменами, тренерами и спортивными советами для облегчения понимания и повышения осведомленности, оптимизации процессов и реализации программ обучения, психосоциальной помощи, которые поддерживают здоровье и хорошее самочувствие при минимизации стресса в период пандемии [22].

Итальянские ученые изучили психологические и психические последствия у элитных спортсменов с предшествующей инфекцией SARS-CoV-2. Отмечается, что во время пандемии COVID-19 многие спортсмены из нескольких спортивных дисциплин заразились SARS-CoV-2. Поэтому изучались текущие научные данные о психологических послед-

ствиях и психическом здоровье элитных спортсменов, инфицированных вирусом. Всего в обзор было включено четыре статьи, отвечающие критериям отбора. Во всех этих статьях измерялись депрессия и тревога у спортсменов, перенесших COVID-19, а в трех статьях измерялся уровень стресса. В целом, единственными двумя опросниками, использованными более чем в одном исследовании, были DASS-21 и APSQ. В результате было отмечено, что психическое и психологическое здоровье элитных спортсменов имеет такое же значение, как и физическое здоровье. Данное положение предполагает, что подобные обследования следует внедрить и проводить во время спортивных медицинских осмотров, проводимых в начале спортивного сезона, которые в настоящее время заключаются только в обследовании физических показателей. Полученные результаты показывают, что психическое здоровье спортсменов, перенесших инфекцию SARS-CoV-2 в анамнезе, является проблемой, требующей дополнительных исследований, учитывая доказательства клинических последствий. Важность психологических последствий инфекции имеет большое значение для оценки возможных рисков для спортивных результатов спортсменов [23].

Индийские ученые изучили влияние вспышки COVID-19 на психическое здоровье в спорте. Отмечается, что пандемия, ограничения на самоизоляцию и рекомендации по обязательной социальной изоляции в связи с COVID-19 привели к беспрецедентному повышению значимости уровня психического здоровья в спортивном сообществе. В критических ситуациях органы здравоохранения и спортивное сообщество должны определить свои приоритеты и разработать планы по поддержанию здоровья и спортивной активности спортсменов. Поэтому был рассмотрен вопрос выявления уровня психологического здоровья спортсменов в связи со вспышкой COVID-19. Для анализа влияния COVID-19 на психическое здоровье в базах данных Research Gate, PubMed, Google Scholar, Springer, Scopus и Web of Science было отобрано 14 исследовательских статей, рассматривающих проблемы психического здоровья спортсменов, возникшие в связи с пандемией. Сообщается, что были выявлены проблемы психического здоровья спортсменов, возникшие в связи с пандемией. Из-за отсутствия необходимой подготовки физическая активность, тренировки и сотрудничество с товарищами по команде и тренерским составом являлись основными причинами проблем с психическим здоровьем у спортсменов. Таким образом определено, что из-за ограничений и правил, связанных с пандемией,

спортсмены разных видов спорта и географических регионов страдали от различных психологических проблем. Оказалось, что пандемия негативно влияет на психическое здоровье спортсменов, так как распространенность и уровень тревоги и стресса у них увеличиваются [24].

Китайские ученые изучили психологические изменения у спортсменов, инфицированных Омикрон COVID-19, после возвращения к тренировкам: утомляемость, сон и настроение. Был выполнен анализ изменений утомляемости, сна и настроения у спортсменов примерно за 1 месяц после возвращения к тренировкам после заражения штаммом Omicron, а также предоставление рекомендаций по возвращению к тренировкам после заражения. 230 профессиональных спортсменов, вернувшихся к тренировкам после заражения COVID-19 в декабре 2022 года, были набраны для участия в 3 тестах, проведенных с начала января 2023 года. Второе тестирование было завершено примерно через неделю после первого, а третье было завершено примерно через 2 недели после второго. Каждый тест состоял из заполнения шкал и измерения усталости, вызванной физической нагрузкой. Шкалы включали визуальную аналоговую шкалу, Афинскую шкалу бессонницы для доклинического применения и шкалу депрессии-тревоги-стресса. Упражнение представляло собой шестиминутный тест подъема по лестнице, и спортсмены оценивали субъективные уровни усталости до и после тренировки с помощью другой визуально-аналоговой шкалы и Каролинской шкалы сонливости. После возвращения к тренировкам физическая утомляемость спортсменов первоначально уменьшалась, но увеличивалась по мере прохождения тренировки. Когнитивная усталость существенно не изменилась. Упражнение привело к повышенному уровню физической усталости после более длительной тренировки. Проблемы с качеством сна быстро уменьшились после начала тренировок, но оставались стабильными при длительных тренировках. Уровень депрессии продолжал снижаться, а уровень тревоги снизился только после более длительного обучения. Уровень стресса быстро снизился после начала тренировки, но не изменился при длительной тренировке. Таким образом спортсмены, которые возвращаются к тренировкам после выздоровления от COVID-19, испытывают положительное влияние на их утомляемость, сон и настроение. Важно расставить приоритеты в оценке тревожности и вмешательствах в течение короткого периода после возвращения, а также продолжать отслеживать уровень усталости и осу-

ществлять восстановительные вмешательства в течение более длительного периода времени [25].

Польские ученые изучили влияние пандемии коронавируса SARS-CoV-2 на физическую активность, психическое здоровье и качество жизни профессиональных спортсменов. Отмечается, что в связи с быстрыми темпами распространения коронавируса SARS-CoV-2 в общественных местах введен ряд ограничений, в том числе связанных с работой спортивных сооружений, что усложняет проведение спортсменами соответствующих форм тренировок. Целью данного исследования было рассмотрение текущих научных отчетов, оценивающих влияние пандемии на физическую активность, психическое состояние и качество жизни профессиональных спортсменов. В научно-популярных базах данных (PubMed, Scopus и Embase) проводился систематический поиск с начала пандемии до 12 июля 2021 года. Согласно принятым критериям, в обзор вошли 14 статей. Десять квалифицированных исследований определили влияние пандемии на физическую активность спортсменов. Авторы 11 работ оценили психическое состояние и качество жизни спортсменов во время пандемии. Исследования показали негативные последствия пандемии: снижение общей физической подготовленности и количества дней и часов тренировок, а также увеличение возникновения негативных эмоций (стресс, усталость и депрессия) и снижение качества сна. Изменения физической активности оказали влияние на общий рейтинг благополучия, который зависел от пола испытуемых. Женщины чаще испытывают негативные эмоции, чем мужчины. Психическое состояние спортсменов повлияло на качество сна. Таким образом были обобщены негативные последствия пандемии на физическое и психическое здоровье профессиональных спортсменов [26].

Международный коллектив ученых из Польши, Румынии, Словакии, Португалии, Норвегии и Индии рассмотрел стратегии преодоления стресса и восприятие стресса спортсменами во время разных волн пандемии COVID-19 на основе данных из Польши, Румынии и Словакии. Отмечается, что коронавирусное заболевание COVID-19 затронуло многие аспекты жизнедеятельности человека. Социальные контакты, работа, образование, путешествия и спорт кардинально изменились за период карантина. Пандемические ограничения серьезно ограничили возможности профессиональных спортсменов тренироваться и участвовать в соревнованиях. Для многих, кто считает спорт основным источником дохода, это становится источником

сильного стресса. Чтобы оценить динамику воспринимаемого стресса, а также стратегии преодоления стресса во время различных волн пандемии COVID-19, ученые провели исследование с использованием опросника восприятия стресса и краткого COPE на выборке профессиональных спортсменов 2020 года в Польше, Румынии и Словакии. Результаты показали, что во всех трех странах самые высокие уровни внутриспсихического стресса были зарегистрированы во время четвертой волны, а самые высокие уровни внешнего стресса были зарегистрированы до пандемии. Кроме того, эмоциональное напряжение было самым высоким среди польских и словацких спортсменов в четвертой волне, а самое высокое среди румынских спортсменов было в предпандемический период. Стратегии совладания, использованные спортсменами в четвертой волне, были более дисфункциональными, чем во время первой волны. Динамика стратегий преодоления трудностей (сфокусированных на эмоциях и проблемах) также обсуждалась среди польских, румынских и словацких спортсменов. Тренеры и спортивные психологи могут изменить восприятие стресса спортсменами, одновременно продвигая эффективные стратегии преодоления стресса [27].

Международный коллектив ученых из Турции, Кипра и Австралии рассмотрел проблемы психического здоровья и оценка риска у футболистов, зараженных SARS-CoV-2. Отмечается, что хотя негативное психологическое воздействие пандемии на спортсменов хорошо известно, в настоящее время недостаточно данных о проблемах психического здоровья (ПЗ) среди спортсменов, инфицированных SARS-CoV-2. Целью настоящего исследования было оценить связь между проблемами ПЗ, демографией и переменными, связанными с SARS-CoV-2, у инфицированных футболистов. Онлайн-опрос включал демографические вопросы, вопросы, связанные с SARS-CoV-2, опросник психологического напряжения спортсмена и шкалу депрессии, тревоги и стресса-21, которая была распространена среди профессиональных футболистов мужского и женского пола в возрасте от 18 до 38 лет, инфицированных SARS-CoV-2. Всего в исследовании принял участие 261 футболист. Вероятность возникновения дистресса, специфичного для спортсмена, у футболистов более низкого уровня была в 5,9 раза выше, чем у футболистов, соревнующихся на самом высоком уровне (ОШ = 3,06–5,93, 95% ДИ: 1,27–14,43). Вероятность депрессии и стресса у футболистов более низкого уровня была в 6,7 раз выше, чем у игроков высшего уровня (оба ОШ =

3,70–6,77, 95% ДИ: 1,18–19,20). У игроков, сообщивших о проблемах со сном, был повышен риск специфического для спортсмена дистресса (ОШ=2,43, 95% ДИ: 1,31–4,52), депрессии (ОШ=3,71, 95% ДИ: 1,98–6,95), тревоги (ОШ=2,93, 95% ДИ: 1,62–5,28) и стресса (ОШ=7,08, 95% ДИ: 3,52–14,02). У игроков женского пола был повышен риск депрессии и стресса (ОШ=5,78, 95% ДИ: 2,03–16,4; ОШ=4,91, 95% ДИ: 1,57–15,4, соответственно). Вероятность возникновения тревоги у игроков, сообщивших о тяжелых симптомах SARS-CoV-2, была в 2,2 раза выше, чем у бессимптомных игроков (ОШ=2,28, 95% ДИ: 1,08–4,82). Таким образом проблемы ПЗ у футболистов, инфицированных SARS-CoV-2, были связаны с женским полом, участием в футболе на низшем уровне, проблемами с производительностью и проблемами со сном. Оценка ПЗ показана спортсменам, инфицированным SARS-CoV-2, для подтверждения выявления и надлежащего и своевременного вмешательства [28].

Также международный коллектив ученых из Турции, Кипра и Австралии рассмотрел какие спортсмены более уязвимы к симптомам психического здоровья во время пандемии COVID-19 на большем количестве обследованных профессиональных спортсменов. В настоящем исследовании психическое здоровье (ПЗ) спортсменов оценивалось по ряду переменных, включая статус инфекции SARS-CoV-2 и факторы, специфичные для спорта. 1636 турецким профессиональным спортсменам был отправлен онлайн-опрос, включающий стандартизированные шкалы для оценки стресса, депрессии и тревоги, специфичных для спортсменов. Из них в исследовании приняли участие 579 спортсменов (29% положительных на SARS-CoV-2). Хотя спортсменки сообщили о более высоких показателях тревожности, чем мужчины, показатели депрессии у спортсменов, инфицированных SARS-CoV-2, были значительно выше, чем у незараженных спортсменов. Более высокие показатели стресса, депрессии и тревоги у спортсменов были связаны с участием в отдельных видах спорта, наличием хронической боли, тяжелыми спортивными травмами в анамнезе и проблемами с производительностью спортивной деятельности. Симптомы ПЗ у спортсменов были связаны с инфицированием SARS-CoV-2, женским полом, участием в отдельных видах спорта и проблемами с производительностью спортивной деятельности. Следовательно, оценки ПЗ должны проводиться со спортсменами для выявления симптоматики и обеспечения возможности принятия соответствующих и своевременных мер по сохранению ПЗ [29].

Выводы

1. Выполнен систематический анализ 29 обзоров, метаанализов и статей, опубликованных за период с 2020 по 2023 годы (источники 2022 и 2023 годов составили 75,9%) учеными из 27 стран по проблеме организации и особенностях как вакцинации от COVID-19 спортсменов, так и их медицинского сопровождения их тренировочной и соревновательной деятельности во время пандемии COVID-19 за рубежом.
2. Рассмотрены организация и особенности вакцинации от COVID-19 элитных и непрофессиональных спортсменов за рубежом.
3. Результаты исследования позволили получить новые данные по профилактике, течению заболеваний COVID-19, лечению и последствиям у спортсменов, а также возвращению их к спортивной деятельности.
4. Выявлено влияние пандемии на психическое здоровье спортсменов.

Литература

1. Juhász V., Csulak E., Szabó L., Ocsovszky Z., Balla D., et al.; World Aquatics, Sports Medicine Committee; World Aquatics, COVID-19 Task Force. Retrospective study of COVID-19 experiences in elite multinational aquatic athletes. *Sci Rep.* 2023 Aug 26;13(1):13978. doi: 10.1038/s41598-023-40821-2. PMID: 37633994; PMCID: PMC10460449.
2. Agha-Alinejad H., Ahmadi Hekmatikar A.H., Ruhee R.T., Shamsi M.M., Rahmati M., Khoramipour K., Suzuki K. A Guide to Different Intensities of Exercise, Vaccination, and Sports Nutrition in the Course of Preparing Elite Athletes for the Management of Upper Respiratory Infections during the COVID-19 Pandemic: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Feb 8;19(3):1888. doi: 10.3390/ijerph19031888. PMID: 35162910; PMCID: PMC8835175.
3. Krzywański J., Mikulski T., Krysztofiak H., Pokrywka A., Sobierajski T., Młynczak M., Piechuta A., Kuchar E. Vaccine versus infection - COVID-19-related loss of training time in elite athletes. *J Sci Med Sport.* 2022 Dec;25(12):950-959. doi: 10.1016/j.jsams.2022.10.004. Epub 2022 Oct 12. PMID: 36253224; PMCID: PMC9553966.
4. Daems J.J.N., van Hattum J.C., Verwijs S.M., Bijsterveld N.R., Groenink M et al. Cardiac sequelae in athletes following COVID-19 vaccination: evidence and misinformation. *Br J Sports Med.* 2023 Nov;57(21):1400-1402. doi: 10.1136/bjsports-2023-106847. Epub 2023 Aug 10. PMID: 37562938.
5. Marinos G., Lamprinos D., Georgakopoulos P., Kavoukidis N., Oikonomou E., et al. Evaluation of the Perceptions, Attitudes and Practices among Greek Non-Professional Athletes Visiting a Public Hospital during March 2022, towards COVID-19 Vaccination and Its Consequences on Sports Training and Sports Activity. *Vaccines (Basel).* 2022 Oct 28;10(11):1821. doi: 10.3390/vaccines10111821. PMID: 36366330; PMCID: PMC9695790.
6. Ross R., Irvin L., Severin R., Ellis B. Return-to-Play Considerations After COVID-19 Infection in Elite Athletes. *J Athl Train.* 2021 Oct 1;56(10):1061-1063. doi: 10.4085/1062-6050-0117.21. PMID: 34038943; PMCID: PMC8530427.
7. Mulcahey M.K., Gianakos A.L., Mercurio A., Rodeo S., Sutton K.M. Sports Medicine Considerations During the COVID-19 Pandemic. *Am J Sports Med.* 2021 Feb;49(2):512-521. doi: 10.1177/0363546520975186. Epub 2020 Nov 16. PMID: 33196320.
8. Peebles L.A., Aman Z.S., Kraeutler M.J., Mulcahey M.K. Impact of the COVID-19 Pandemic on Sports Medicine Patient Care. *Arthroscopy.* 2023 Feb;39(2):161-165. doi: 10.1016/j.arthro.2022.11.003. Epub 2022 Nov 5. PMID: 36347417; PMCID: PMC9636596.
9. Alhussaini N.W.Z., Elshaikh U.A.M., Hamad N.A., Nazzal M.A., Abuzayed M., Al-Jayyousi G.F. A scoping review of the risk factors and strategies followed for the prevention of COVID-19 and other infectious diseases during sports mass gatherings: Recommendations for future FIFA World Cups. *Front Public Health.* 2023 Jan 16;10:1078834. doi: 10.3389/fpubh.2022.1078834. PMID: 36726622; PMCID: PMC9885104.
10. Yan X., Fang Y., Li Y., Jia Z., Zhang B. Risks, Epidemics, and Prevention Measures of Infectious Diseases in Major Sports Events: Scoping Review. *JMIR Public Health Surveill.* 2022 Dec 2;8(12):e40042. doi: 10.2196/40042. PMID: 36459401; PMCID: PMC9758642. рисков в будущей практике.
11. Romdhani M., Washif J.A., Taylor L., Chamari K.; "Athletes' Sleep During the Lockdown International Survey" Group Members. Soccer Players' Sleep Quality and Training Load Were Affected by the COVID-19 Lockdown: An International Survey. *Int J Sports Physiol Perform.* 2023 Apr 8;18(5):530-540. doi: 10.1123/ijspp.2022-0187. PMID: 37030665.
12. Raukar N.P., Cooper L.T. Implications of SARS-CoV-2-Associated Myocarditis in the Medical Evaluation of Athletes. *Sports Health.* 2021 Mar;13(2):145-148. doi: 10.1177/1941738120974747. Epub 2020 Nov 17. PMID: 33201768; PMCID: PMC8167355.
13. Bavishi A., Kliethermes S.A., Petek B., Moulson N., Mellacheruvu P., Churchill T.W., Harmon K., Patel M.R., Baggish A.L., Drezner J.A., Mutharasan R.K. Clinical spectrum of COVID-19 complications in young adults: combined analysis of the American Heart Association COVID-19 Cardiovascular Disease Registry and the Outcomes Registry for Cardiac Conditions in Athletes. *BMJ Open.* 2023 Apr 12;13(4):e069943. doi: 10.1136/bmjopen-2022-069943. PMID: 37045581; PMCID: PMC10105915.
14. Faghy M.A., Ashton R.E.M., Parizher G., Smith A., et al. COVID-19 and elite sport: Cardiovascular implications

- and return-to-play. *Prog Cardiovasc Dis.* 2023 Jan-Feb;76:61-68. doi: 10.1016/j.pcad.2022.11.014. Epub 2022 Dec 1. PMID: 36462554; PMCID: PMC9711907.
15. Martinez M.W., Tucker A.M., Bloom O.J., Green G., DiFiori J.P., et al. Prevalence of Inflammatory Heart Disease Among Professional Athletes With Prior COVID-19 Infection Who Received Systematic Return-to-Play Cardiac Screening. *JAMA Cardiol.* 2021 Jul 1;6(7):745-752. doi: 10.1001/jamacardio.2021.0565. PMID: 33662103; PMCID: PMC7934073.
16. Babity M., Zamodics M., Konig A., Kiss A.R., Horvath M., et al. Cardiopulmonary examinations of athletes returning to high-intensity sport activity following SARS-CoV-2 infection. *Sci Rep.* 2022 Dec 15;12(1):21686. doi: 10.1038/s41598-022-24486-x. PMID: 36522351; PMCID: PMC9753018.
17. Miccinilli S., Bravi M., Conti G., Bressi F., Sterzi S., Santacaterina F., Ciccozzi M. SARS-CoV-2 Infection Increases the Risk of Muscle Injury in Professional Male Soccer Players-A Retrospective Analysis of the Italian and Spanish Major Leagues. *Infect Dis Rep.* 2023 Jul 26;15(4):425-435. doi: 10.3390/idr15040043. PMID: 37623047; PMCID: PMC10454539.
18. Romagnoli S., Sbrollini A., Marcantoni I., Morettini M., Burattini L. Review on Cardiorespiratory Complications after SARS-CoV-2 Infection in Young Adult Healthy Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 May 6;19(9):5680. doi: 10.3390/ijerph19095680. PMID: 35565074; PMCID: PMC9101647.
19. Moulson N., Petek B.J., Baggish A.L., Harmon K.G., Kliethermes S.A., et al. The Cardiac Effects of COVID-19 on Young Competitive Athletes: Results from the Outcomes Registry for Cardiac Conditions in Athletes (ORCCA). *J Cardiovasc Dev Dis.* 2023 Feb 6;10(2):72. doi: 10.3390/jcdd10020072. PMID: 36826568; PMCID: PMC9964305.
20. Hédon C., Schnell F., Sosner P., Chagué F., Schuster I., et al. Cardiac screening before returning to elite sport after SARS-CoV-2 infection. *Arch Cardiovasc Dis.* 2022 Nov;115(11):562-570. doi: 10.1016/j.acvd.2022.06.005. Epub 2022 Sep 29. PMID: 36207245; PMCID: PMC9530801.
21. Graupensperger S., Benson A.J., Kilmer J.R., Evans M.B. Social (Un) distancing: Teammate Interactions, Athletic Identity, and Mental Health of Student-Athletes During the COVID-19 Pandemic. *J Adolesc Health.* 2020 Nov;67(5):662-670. doi: 10.1016/j.jadohealth.2020.08.001. Epub 2020 Sep 14. PMID: 32943294; PMCID: PMC7489994.
22. Haan R., Ali Alblooshi M.E., Syed D.H., Dougman K.K., Al Tunaiji H., Campos L.A., Baltatu O.C. Health and Well-Being of Athletes During the Coronavirus Pandemic: A Scoping Review. *Front Public Health.* 2021 Apr 16;9:641392. doi: 10.3389/fpubh.2021.641392. PMID: 33937171; PMCID: PMC8085390.
23. Corona V.F., Gualano M.R., Rossi M.F., Valz Gris A., Amantea C., Moscato U., Ricciardi W. Psychological and Mental Sequelae in Elite Athletes with Previous SARS-CoV-2 Infection: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022 Dec 7;19(24):16377. doi: 10.3390/ijerph192416377. PMID: 36554259; PMCID: PMC9778344.
24. Shukla A., Dogra D.K., Bhattacharya D., Gulia S., Sharma R. Impact of COVID-19 outbreak on the mental health in sports: a review. *Sport Sci Health.* 2023 Apr 20:1-15. doi: 10.1007/s11332-023-01063-x. Epub ahead of print. PMID: 37360974; PMCID: PMC10116474.
25. Tan C., Wang J., Cao G., He Y., Yin J., Chu Y., Geng Z., Li L., Qiu J. Psychological changes in athletes infected with Omicron after return to training: fatigue, sleep, and mood. *PeerJ.* 2023 Jun 15;11:e15580. doi: 10.7717/peerj.15580. PMID: 37337583; PMCID: PMC10276985.
26. Jurecka A., Skucińska P., Gądek A. Impact of the SARS-CoV-2 Coronavirus Pandemic on Physical Activity, Mental Health and Quality of Life in Professional Athletes-A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Sep 6;18(17):9423. doi: 10.3390/ijerph18179423. PMID: 34502010; PMCID: PMC8431129.
27. Makarowski R., Predoiu R., Piotrowski A., Görner K., Predoiu A., et al. Coping Strategies and Perceiving Stress among Athletes during Different Waves of the COVID-19 Pandemic-Data from Poland, Romania, and Slovakia. *Healthcare (Basel).* 2022 Sep 14;10(9):1770. doi: 10.3390/healthcare10091770. PMID: 36141381; PMCID: PMC9498477.
28. Lima Y., Denerel N., Devran S., Günver M.G., Bayraktar B., Rice S. Mental health problems and risk assessment in football players infected with SARS-CoV-2: a cross-sectional study. *J Sports Med Phys Fitness.* 2022 Dec;62(12):1723-1734. doi: 10.23736/S0022-4707.22.13493-6. Epub 2022 Feb 21. PMID: 35191288.
29. Lima Y., Denerel N., Devran S., Rice S., Bayraktar B. Which athletes are more vulnerable to mental health symptoms during the COVID-19 crisis? A cross-sectional study. *Res Sports Med.* 2022 Jul 21:1-12. doi: 10.1080/15438627.2022.2102917. Epub ahead of print. PMID: 35860903.

Контакты авторов:

Лукичев К.Е.

e-mail: lukichev.lkl@gmail.com

Конфликт интересов: отсутствует

ISSN 2658-6681



9 772658 668000



2 4 0 0 1

>