SHINHWA MEDICAL INC.

Аконит-М

Роботизированный комплекс для безоперационной декомпрессии и коррекции позвоночника

SpineMT K-1

Мировые стандарты вытяжения и мобилизации позвоночника

Быстрое восстановление!

Высокая эффективность!

Индивидуальный подход!

Регенерация диска!

сайт: www.spine-mt.ru | e-mail: info@spine-mt.ru | тел.: +7-495-540-47-11

реклама

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

№4 (170)
2023

ISSN 2072-4136

• фитнес • массаж • лечебная физкультура • эрготерапия • спортивная медицина • реабилитация • профилактика

16+

Сенсорные комнаты

Сенсорная комната «Сноузелен»

Сенсорная комната «White»

Сенсорная комната «White»

Сенсорная тележка

Сенсорная комната - это особым образом организованная окружающая среда, наполненная различного рода стимуляторами, цель которых заключается в воздействии на органы чувств человека. Сенсорная комната может использоваться не только с целью оказания успокаивающего и расслабляющего действия, но и для достижения тонизирующего и стимулирующего эффекта. Секрет заключается в сочетании разных стимулов. К ним относятся: свет и цвет, звуки (музыка), запахи, а также тактильные ощущения. Наборы стимулов можно объединить в группы в зависимости от рецептора, на который они воздействуют.

Чем полезна сенсорная комната: достижение состояния релаксации и отдыха, психологической разгрузки; пробуждение интереса к познавательной деятельности; восстановление и развитие утраченных функций организма (мелкая моторика); социальная реабилитация и адаптация. Сенсорная комната прекрасно подойдет для установки в детских центрах, центрах направленных на реабилитацию инвалидов (детей и взрослых), учреждениях, направленных на реабилитацию людей, перенёсших психологические травмы и сильные эмоциональные потрясения.

Любую сенсорную комнату можно скомплектовать по вашим запросам. Научно-производственная компания «Аконит-М» уже много лет является одним из ведущих поставщиков оборудования для сенсорных комнат.

Аконит-М
Тел.: 8 (495) 540-47-11, 8 (800) 555-17-60 - бесплатно по РФ
www.aconit.ru e-mail: aconit-m@aconit.ru
Реклама

Multi Noble Rex-E

Аппаратный многофункциональный комплекс-капсула
для оздоровления, омоложения, коррекции фигуры,

Реклама
SHM SHINHWA MEDICAL INC.
Аконит-М

20 декабря 2023 г.

«ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА»

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Включен ВАК в Перечень ведущих научных изданий

Учредитель и издатель –
ОБЩЕРОССИЙСКИЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ ФОНД «СОЦИАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ РОССИИ»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
Юнусов Ф.А., д.м.н., профессор, Москва, Россия

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА
Федоров А.Н., врач по спортивной медицине, Москва, Россия

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА
Поляев Б.А., д.м.н., профессор, Заслуженный врач РФ, главный специалист по спортивной медицине Минздрава РФ, Москва, Россия

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА
Иванова Г.Е., д.м.н., профессор, главный специалист по медицинской реабилитации Минздрава РФ, Москва, Россия

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ ПО СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ
Бадтиева В.А., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Москва, Россия

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ ПО ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗКУЛЬТУРЕ
Епифанов В.А., д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ
Парастаев С.А., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Макарова Г.А., д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Краснодар, Россия
Васильева Л.Ф., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Орджоникидзе З.Г., д.м.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Москва, Россия
Поляков С.Д., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Бодрова Р.А., д.м.н., профессор, Казань, Россия
Самойлов А.С., д.м.н., профессор, член-корреспондент РАН, Москва, Россия
Гаврилова Е.А., д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия
Медведев И.Б., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Спасский А.А., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Смоленский А.В., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Цыкунов М.Б., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Ачкасов Е.Е., д.м.н., профессор, Москва, Россия

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ
Аухадеев Э.И., д.м.н., профессор, Казань, Россия
Выходец И.Т., к.м.н., Москва, Россия
Дидур М.Д., д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия
Евдокимова Т.А., д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия
Евсеев С.П., д.п.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, Санкт-Петербург, Россия
Ежов С.Н., д.м.н., профессор, Владивосток, Россия
Еремушкин М.А., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Жолинский А.В., к.м.н., доцент, Москва, Россия
Завгорудько В.Н., д.м.н., профессор, Заслуженный врач Российской Федерации, Хабаровск, Россия
Исанова В.А., д.м.н., профессор, Казань, Россия
Калинин А.В., д.м.н., профессор, Санкт-Петербург, Россия
Ключников С.О., д.м.н. профессор, Москва, Россия
Лайшева О.А., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Левушкин С.П., д.б.н., Москва, Россия
Лукъянова И.Е., д.м.н., доцент, Москва, Россия
Павлов В.И., д.м.н., Москва, Россия
Постников П.В., к.м.н., Москва, Россия
Пушкина Т.А., к.б.н., Москва, Россия
Сергиенко Е. Ю., д.м.н., профессор, Москва, Россия
Шкребко А.Н., д.м.н., профессор, Ярославль, Россия

РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ И КУРОРТОЛОГИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПО СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ И ИНВАЛИДОВ

МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ, ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

МОСКВА
2023

СОДЕРЖАНИЕ

СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛОР-ОРГАНОВ У СПОРТСМЕНОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ НЕМЕДЛЕННОЙ КОРРЕКЦИИ
Н.А. Папина, Е.А. Теняева, В.А. Бадтиева, А.А. Дьячкова, С.Н. Деревянко

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ПРОГРЕССИРОВАНИЯ МИОФАСЦИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ
Р.Ю. Якубов, Э.Р. Бурганов, Р.А. Бодрова, А.А. Якупова

О КАЧЕСТВЕ МЫШЦ
А.В. Мештель, А.Б. Мирошников, А.В. Смоленский

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЫХ СПОРТСМЕНОВ И СПОРТСМЕНОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА
Д.А. Степаненко, Ю.В. Кириллов, В.И. Павлов, Н.М. Козлова, М.В. Гвинианидзе

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ
И.Н. Митин, К. С. Назаров, С. И. Баршак, Л. Р. Суфиянова, Ю.В. Корягина, С.М. Абуталимова, С.В. Нопин

SPORTS MEDICINE

3 DISEASES OF THE ENT ORGANS IN ATHLETES AND THE POSSIBILITY OF THEIR IMMEDIATE CORRECTION
Natalia A. Papina, Elena A. Tenyaeva, Victoria A. Badtieva, Anna A. Dyachkova, Sergey N. Derevyanko

10 THE USE OF GLOBAL ELECTROMYOGRAPHY TO ASSESS THE RISK OF PROGRESSION OF MYOFASCIAL DISORDERS IN ATHLETES
R.Y. Yakubov, E.R. Burganov, R.A.Bodrova, A.A.Yakupova

15 ABOUT MUSCLE QUALITY: REVIEW
A.V. Meshtel, A.B. Miroshnikov, A.V. Smolensky

26 COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL STATE OF HEALTHY ATHLETES AND PARALYMPIC ATHLETES WITH HEARING IMPAIRMENTS
D.A. Stepanenko, Y.V. Kirillov, V.I. Pavlov, N.M. Kozlova, M.V. Gvinianidze

26 POSSIBILITIES OF USING PERIPHERAL MAGNETIC STIMULATION IN ELITE SPORT
I.N. Mitin, K.S. Nazarov, S.I. Barshak, L.R. Sufiyanova, Yu. V. Koryagina, S. M. Abutalimova, S. V. Nopin

РЕАБИЛИТАЦИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО И ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ
А.С. Реуков, М.Д. Дидур, А.О. Конради, В.С. Морошкин, А.П. Преснухина, Н.В. Тохтиева

REHABILITATION

37 NON-CONTACT INFRARED-TERAHERTZ REFLEXOTHERAPY IN THE PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE
A.S. Reukov, M.D. Didur, A. O. Konradi, A.P. Presnukhina, N. V. Tohtieva

МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ (РЕКЛАМА)

СЕНСОРНАЯ КОМНАТА

РОБОТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ БЕЗОПЕРАЦИОННОЙ ДЕКОМПРЕССИИ И КОРРЕКЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА SPINE MT K-1

MEDICAL EQUIPMENT

53

56 SPINE MT K-1

РАЗНОЕ

ОБ АКАДЕМИИ

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

MISCELLANEA

60 ACADEMY OF MEDICAL AND SOCIAL REHABILITATION

61 FOR AUTHORS

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЛОР-ОРГАНОВ У СПОРТСМЕНОВ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ НЕМЕДЛЕННОЙ КОРРЕКЦИИ

УДК 796.034.6 + 616.21

Н.А. Папина[1], Е.А. Теняева[1], В.А. Бадтиева[1,2], А.А. Дьячкова[1], С.Н. Деревянко[1]

[1]Государственное автономное учреждение здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы»
[2] ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы данные углубленного медицинского обследования спортсменов за 2021 и 2022 гг., выявлено повышение заболеваний ЛОР-органов с 0,9% в 2021 г. до 1,28 % от всех обследованных спортсменов. Травматические повреждения ЛОР-органов у спортсменов сборных Москвы составили 15 % в структуре оториноларингологической патологии в 2021 г. и 16 % – в 2022 г., тогда как острые и хронические воспалительные заболевания составили 78 % в 2021 г. и 80 % в 2022 г. Патология ЛОР-органов наиболее распространена у спортсменов водных (плавание, водное поло, синхронное плавание и др.) – до 40–45 % – и зимних видов спорта – до 40 % (хоккей, конькобежный спорт, лыжи, фигурное катание и др). Даны рекомендации по экстренной коррекции наиболее часто встречающихся в спортивной медицине заболеваний ЛОР-органов. Указаны оптимальные сроки для госпитализации.

Ключевые слова: *спортивная медицина, воспалительные заболевания ЛОР-органов, травмы ЛОР-органов, водные, зимние, контактные, игровые виды спорта, экстренная помощь в оториноларингологии, коронавирусная инфекция.*

DISEASES OF THE ENT ORGANS IN ATHLETES AND THE POSSIBILITY OF THEIR IMMEDIATE CORRECTION

Natalia A. Papina[1], Elena A. Tenyaeva[1], Victoria A. Badtieva[1,2], Anna A. Dyachkova[1], Sergey N. Derevyanko[1]

[1]Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Moscow Department of Health
[2]I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

SUMMARY

The article analyzes the data of an in-depth medical examination of athletes for 2021 and 2022, revealed an increase in diseases of the ENT organs from 0,9 % in 2021 to 1,28 % of all examined athletes. Traumatic injuries of the ENT organs in athletes of the Moscow national teams accounted for 15% in the structure of otorhinolaryngological pathology in 2021 and 16 % in 2022, while acute and chronic inflammatory diseases accounted for 78 % in 2021 and 80 % in 2022. Pathology of ENT organs is most common in aquatic athletes (swimming, water polo, synchronized swimming, etc.) – up to 40–45 % – and winter sports – up to 40 % (hockey, speed skating, skiing, figure skating, etc.). Recommendations for emergency correction of the most common diseases of the ENT organs in sports medicine are given. The optimal time frame for hospitalization is indicated.

Keywords: *sports medicine, inflammatory diseases of the ENT organs, injuries of the ENT organs, water, winter, contact, game sports, emergency care in otorhinolaryngology, coronavirus infection.*

ВВЕДЕНИЕ

Принято считать, что спортсмены – самые здоровые люди. Многообразно число работ, показывающих положительное влияние физической культуры и спорта на организм человека. Однако следует учитывать, что спортсмены испытывают огромные мышечные и нервно-психические нагрузки, постоянно находятся в условиях перепадов температур, климатических зон, часовых поясов, атмосферного давления. Большое разнообразие видов спорта сопряжено с большим риском развития заболеваний ушей, носа и горла. Они варьируют от инфекций наружного уха у пловцов, экзостозов слухового прохода у серферов, острого насморка у лыжников, переломов костей носа и лицевого скелета в различных видах спорта, потери обоняния в контактных видах спорта, аудиовестибулярных симптомов после сотрясения мозга, головокружения у триатлонистов, деформации уха у борцов до непроходимости гортани у спортсменов при выполнении упражнений с максимальным усилием. Они могут повлиять на спортивные результаты и помешать тренировкам. [1].

Цель исследования: анализ структуры и динамики оториноларингологической заболеваемости спортсменов, членов спортивных сборных команд города Москвы на основании результатов углубленного медицинского обследования и разработка рекомендаций по экстренной коррекции наиболее часто встречающихся в спортивной медицине заболеваний ЛОР-органов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы данные углубленного медицинского обследования спортсменов (УМО), проводимого на базе филиала № 1 ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ с 2021 г. по 2022 г. В 2021 г. УМО прошли 11922 спортсмена, в 2022 г. – 11700 спортсменов. Анализ заболеваемости проводился в процентном отношении выявленной патологии к количеству прошедших обследование. Комплекс УМО, согласно приказу Минздрава России № 1144н от 23.10.2020 «О Порядке организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом» [2], включал инструментальные, функциональные и лабораторные обследования, консультации специалистов, в том числе оториноларинголога.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В 2021 г. ЛОР-заболевания были выявлены у 0,9 % (105 человек) обследованных спортсменов, в 2022 г. заболеваемость повысилась на 42 % и составила 1,28 % (150 человек). По данным обследования юных спортсменов Волгоградской области, также наблюдалось повышение ЛОР-заболеваемости в 2022 г. в сравнении с 2021 г. на 10 % [3]. Повышение ЛОР-заболеваемости, по нашему мнению, может быть связано с непосредственными проявлениями и отдаленными последствиями пандемии коронавирусной инфекции, которую, по нашим данным, перенесло чаще бессимптомно или в легкой форме в 2021 г. 48 % (5722) спортсменов, тогда как в 2022 г. количество переболевших спортсменов, прошедших УМО, увеличилось до 72 % (8442), часть из которых имела проявления со стороны ЛОР-органов. [4].

На протяжении всего периода наблюдений ведущими в структуре заболеваний ЛОР-органов были острый фарингит и назофарингит (22 % в 2021 г. и 12 % в 2022 г.), острый верхнечелюстной синусит (14 % в 2021 г. и 10 % в 2022 г.), острый катаральный средний отит (по 7 % в 2021 и 2022 гг.), острый наружный отит (9 % в 2021 и 8 % в 2022 г.). Среди хронических заболеваний преобладал хронический тонзиллит (14 % в 2021 г. и 10 % в 2022 г.), гипертрофия небных миндалин (5 % в 2021 и 7 % в 2022 г.), аденоидные вегетации (5 % в 2021 и 3 % в 2022 г.), в 2022 г. 5 % занимал хронический синусит. Достаточно часто наблюдалось искривление перегородки носа (9 % в 2021 г. и 7 % в 2022 г.).

Повышение ЛОР-заболеваемости в 2022 г. произошло за счет увеличения спортсменов с острым средним отитом (с 7 до 10 человек), острым наружным средним отитом (с 10 до 13 спортсменов), гипертрофией небных миндалин (с 5 до 10 спортсменов),вазомоторным ринитом (с 3 до 8 человек), острым тонзиллитом (с 1 до 4 человек), хроническим ринитом (с 2 до 7 спортсменов), спортсменов с хроническим синуситом (8 человек в 2022 г.) и острым ларингитом (6 человек в 2022 г.), кистой носового синуса (4 спортсмена в 2022 г.), переломом костей носа (с 2 до 5 спортсменов) (рис. 1, 2).

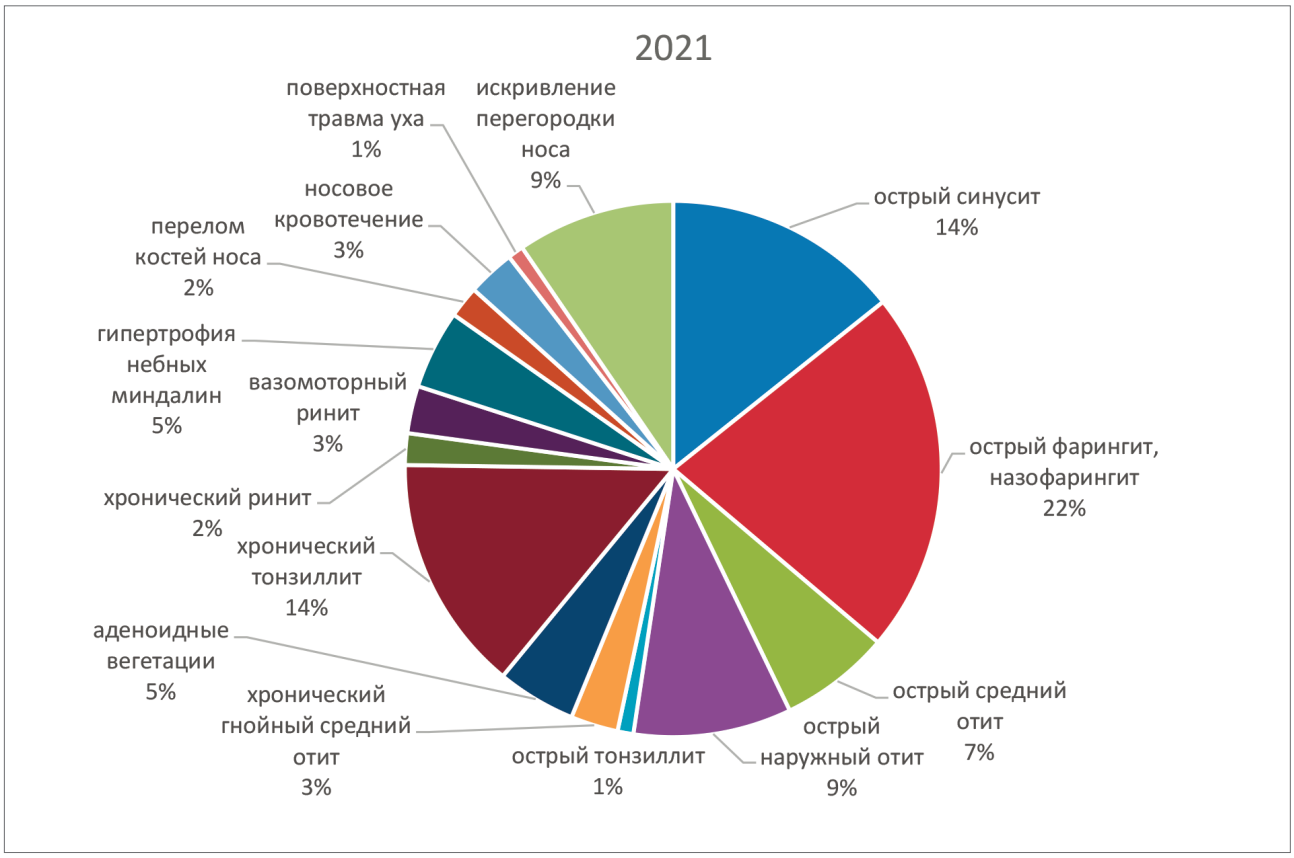


Рис. 1. – Распределение заболеваний ЛОР-органов у спортсменов в 2021 г.

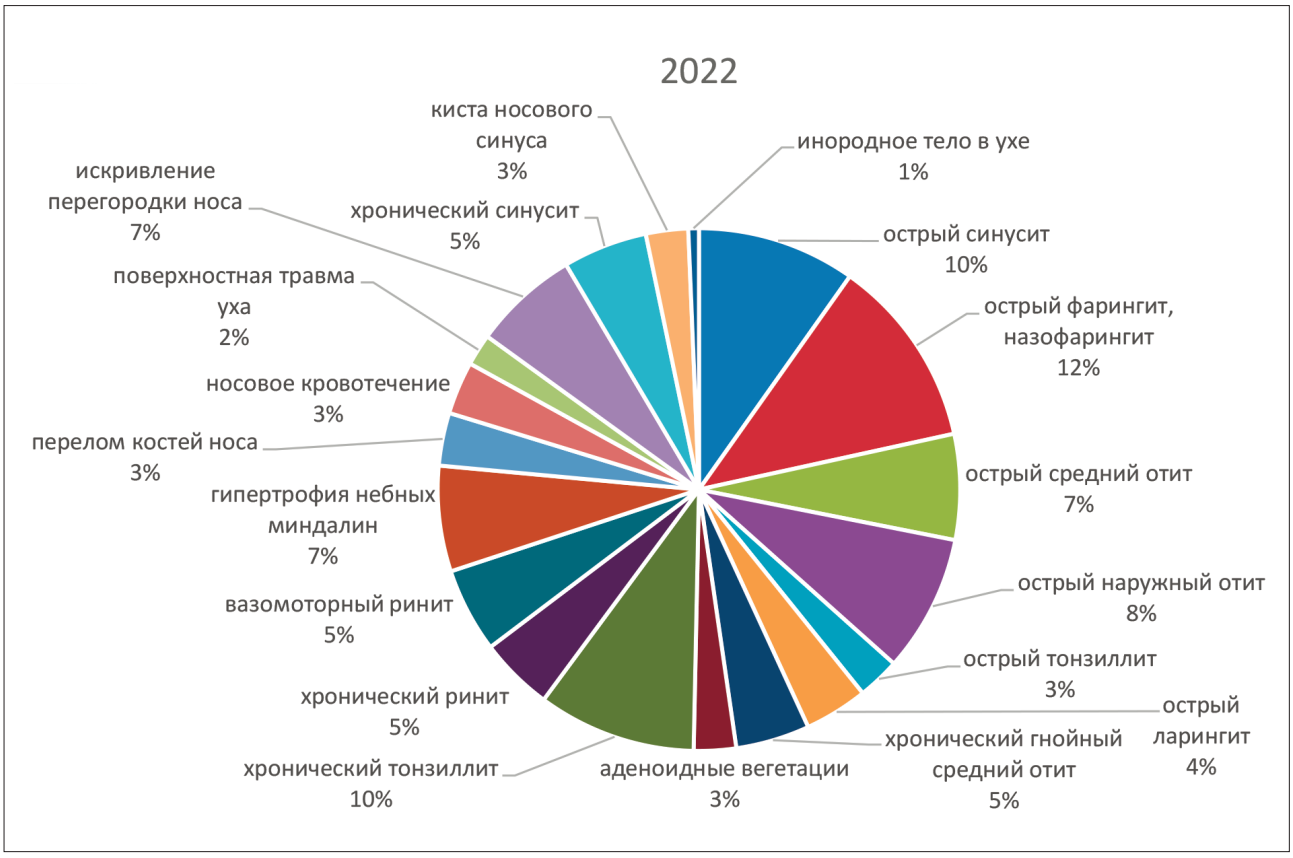


Рис. 2. – Распределение заболеваний ЛОР-органов у спортсменов в 2022 г.

Что касается зависимости заболеваемости от видов спорта, острый синусит наиболее часто наблюдался у спортсменов водных (плавание, синхронное плавание, гребля) и зимних видов спорта (фристайл).

Острый катаральный средний отит диагностировался чаще у пловцов, прыгунов с трамплина. Острый наружный отит, помимо водных видов спорта, – у спортсменов, занимавшихся спортивным ориентированием, вольной борьбой и тяжелой атлетикой.

Искривление перегородки носа чаще наблюдалось у спортсменов, занимавшихся вольной борьбой, дзюдо, тхэквондо. Хронический тонзиллит чаще встречался у лиц, занимавшихся волейболом.

Таким образом, травматические повреждения ЛОР-органов у спортсменов сборных Москвы составили 15 % в структуре оториноларингологической патологии в 2021 г. и 16 % – в 2022 г., тогда как острые и хронические воспалительные заболевания составили 78 % в 2021 г. и 80 % в 2022 г. По данным УМО спортсменов, проведенного Санкт-Петербургским врачебно-физкультурным диспансером, наибольшее число среди всех заболеваний ЛОР-органов составило искривление носовой перегородки (40 % заболеваемости), которое наблюдалось у спортсменов, занимавшихся контактными единоборствами (каратэ, бои без правил, бокс, тхэквондо, тайский бокс). Деформация ушных раковин и искривление носовой перегородки чаще наблюдались у спортсменов, занимавшихся силовыми видами борьбы: вольная борьба, греко-римская борьба, дзюдо, самбо. Воспалительные заболевания ЛОР-органов инфекционного генеза составили 10 % ЛОР-заболеваний и выявлялись у спортсменов, занимавшихся водными видами спорта: плавание, синхронное плавание, водное поло, гребля на байдарках и каноэ.

Патология ЛОР-органов наиболее распространена у спортсменов водных (плавание, водное поло, синхронное плавание и др.) – 40–45 % – и зимних видов спорта – 40 % (хоккей, конькобежный спорт, лыжи, фигурное катание и др.) [5].

Причинами являются факторы риска – повышенная влажность, вода, попадающая в полость носа и наружный слуховой проход, перепады температур, наличие антисептиков и продуктов их распада в воде бассейнов. Их воздействие можно расценивать как постоянные микротравмы слизистой оболочки верхних дыхательных путей и наружного слухового прохода.

У спортсменов зимних видов спорта чаще встречаются заболевания глотки, гортани, трахеи – хронический тонзиллит, хронический фарингит, ларингиты. У спортсменов закрытых помещений (гимнастика, волейбол, баскетбол и др.) нередко встречаются заболевания глотки (хронический фарингит, хронический тонзиллит, аденоидные вегетации), вазомоторный ринит.

Травмы ЛОР-органов

Травмы ЛОР-органов чаще встречаются у спортсменов игровых (футбол, хоккей, баскетбол, волейбол, гандбол, регби), контактных (борьба, бокс), технических видов спорта (авто-, вело-, мотоспорт). Повреждения лица и головы составляют 65 % травм у боксеров [6]. Большое разнообразие различных видов спорта приводит к переломам носа, и более половины (56 %) из них были вызваны командными видами спорта. Контакт с другим человеком был наиболее распространенным механизмом получения травмы (52 %) [1].

По данным статистических исследований, предложенных отечественными оториноларингологами, наиболее распространёнными механическими повреждениями являются: перелом костей носа – 40 % случаев, перелом перегородки носа – 25 % случаев, ушиб и гематомы наружного уха – 30 % случаев, прочие комбинированные и сочетанные травмы – 20 % случаев [7].

Среди травм ЛОР-органов преобладают ушибы и переломы костей носа, гематомы перегородки носа и отгематомы. Реже встречаются травмы лицевого скелета – переломы верхне-челюстной пазухи и скуловой кости, гематосинус, переломы верхней челюсти по LeFor 1 (хоккей с шайбой), переломы височной кости, травмы гортани (ушиб, гематома).

Травмы барабанной перепонки часто бывают у борцов, у спортсменов водных видов спорта – синхронное плавание, водное поло, прыжки в воду. Экстренная коррекция заключается в осмотре ЛОР-врача, который при отоскопии может точно определить, повреждена ли перепонка, есть ли разрыв, и выбрать тактику лечения.

Отгематомы встречаются у спортсменов контактных видов спорта (борьба, регби). При флюктуации отгематомы показана пункция и наложение давящей спиртовой повязки и дальнейшее лечение у ЛОР-врача. При явлениях инфицирования отгематомы и развитии хондроперихондрита показана срочная госпитализация в ЛОР-стационар.

Если травма уха сопровождается переломом костной части слухового прохода, то кроме фиксирующей тампонады необходима иммобилизация нижней челюсти сроком от 1 до 2 недель, в течение которого для исключения жевательных движений разрешен прием только жидкой пищи. При любых травмах уха назначают профилактическую антибиотикотерапию с целью исключения возможного риска вторичного инфицирования раны. Проводят тампонаду наружного слухового прохода для предупреждения возможной его атрофии и рубцевания. На этапе реабилитации полезно периодически обеспечивать звуковой покой. Травмы уха не требуют специфической реабилитационной терапии, однако физиотерапевтические процедуры могут быть полезны. По назначению отоларинголога показаны лекарственный электрофорез, УВЧ-терапия, лазерное воздействие. Опасные осложнения для травм наружного уха несвойственны. Чаще проблема имеет косметический характер. К более тяжелым последствиям травм наружного уха относят посттравматическую атрезию наружного слухового прохода [7].

Ухо цветной капусты возникает, когда внешняя часть уха травмируется и образуется сгусток крови или другое скопление жидкости под надхрящницей. Это отделяет хрящ от вышележащей надхрящницы, которая снабжает его питательными веществами; возникает некроз и образование фиброзной ткани в вышележащей коже. В результате внешнее ухо постоянно опухает и деформируется, напоминая цветную капусту. В исследовании, проведенном в Финляндии, частота уха цветной капусты среди борцов и дзюдоистов составляла 73 % [1]. Также в данном исследовании отмечена высокая распространенность головокружения у триатлонистов (85 %) во время плавания, что влияло на спортивные результаты половины спортсменов, страдавших головокружением. Это головокружение предотвращается использованием затычек для ушей во время плавания.

Травмы наружного носа составляют более 60 % всех травм ЛОР-органов и являются одной из частых спортивных травм, особенно у представителей игровых, сложнокоординационных, сложнотехнических видов спорта и в спортивных единоборствах.

Ушибы носа при отсутствии осложнений не требуют коррекции. Переломы костей носа часто являются компонентом сочетанной травмы головы, поэтому при обследовании больного необходима дополнительная консультация невропатолога, окулиста, челюстно-лицевого хирурга. Экстренная коррекция при переломе костей носа заключается в обезболивании, отстранения от занятий спортом на 21 день. При наружной деформации и при соответствующих медицинских показаниях рекомендована репозиция костей носа, которая проводится ЛОР-врачом в десятидневный срок после перелома костей носа [8].

Возможные осложнения травм носа – рецидивирующие носовые кровотечения (возникают через 2–3 суток после травмы), гематомы перегородки носа с абсцедированием и внутричерепными осложнениями являются показаниями к экстренной госпитализации. При подозрении на травму лицевого скелета (переломы челюсти, скуловых костей и др.) необходима консультация челюстно-лицевого хирурга для уточнения диагноза и определения тактики лечения (репозиция и шинирование костей лицевого скелета, хирургическое лечение).

При возникновении носового кровотечения как в результате травмы, так и по другим причинам необходима тампонада в зависимости от интенсивности кровотечения – ватным тампоном, передняя или задняя тампонада. Объем гемостатической терапии зависит от интенсивности кровотечения, осуществляется путем в/м или в/в введения гемостатических препаратов, с последующим наблюдением спортсмена. При обильных кровотечениях и отягченном соматическом состоянии (сочетанная травма, возраст, травма носа, повышенное артериальное давление и др.) показана экстренная госпитализация в ЛОР-стационар для более полной кор-

рекции состояния, лабораторного и динамического контроля состояния сердечно-сосудистой системы.

Травмы гортани и передней поверхности шеи, особенно с нарушением дыхания, с одышкой и дисфонией относятся к серьезным состояниям. При таковых показан осмотр ЛОР- врача, т.к. только оториноларинголог может видеть просвет гортани, голосовую щель и может оценить степень нарушения дыхания. При ранениях шеи обязателен осмотр хирурга на предмет повреждения сосудов шеи. При ранениях шеи с подозрением на повреждение сосудов показана экстренная госпитализация, т.к. нарушение дыхательной функции гортани может быстро ухудшаться из-за нарастания гематомы, расслоения или разрыва стенок сосуда [9].

Острая нейросенсорная тугоухость (ОНСТ) может возникнуть у любого человека и требует немедленной коррекции. Чем раньше диагностирована ОНСТ, тем выше вероятность полного восстановления слуха. При возникновении жалоб на резкое снижение слуха до полной его потери при возможном сочетании с шумом в ухе разной частотности и головокружении в течение первых суток необходима консультация оториноларинголога, невролога, аудиометрия. Дальнейшее лечение заключается во внутривенной и внутримышечной сосудистой, витамино- и гормонотерапии, коррекции свертывающей системы крови, гипербарической оксигенации и др.

Гнойно-воспалительные заболевания ЛОР-органов

Гнойно-воспалительные заболевания ЛОР-органов, как правило, сопровождаются общими и местными симптомами различной степени выраженности в зависимости от степени тяжести процесса и реактивности организма. Общие: температурная реакция, интоксикация организма. Местные: признаки инфильтрации и абсцедирования, болевой синдром, гнойные выделения. ЛОР-органы анатомически граничат с жизнененно важными органами – головным мозгом, органами средостения–и имеют обильное кровоснабжение. Поэтому при любых гнойных поражениях ЛОР-органов возникает риск внутричерепных осложнений (отогенных, риногенных менингитов, абсцессов мозга), септических осложнений, флебитов и тромбозов. При возникновении гнойно-воспалительного заболевания ЛОР-органов необходим осмотр ЛОР-врача: только оториноларинголог может квалифицированно провести эндоскопический осмотр ЛОР-органов, определиться с диагностическими обследованиями и определить тактику лечения.

Отдельно надо отметить осложнения воспалительных заболеваний ротогортаноглотки – паратонзиллит, паратонзиллярный абсцесс. Опасность этих заболеваний в том, что они могут привести к грозным осложнениям – флегмонам паратонзиллярной клетчатки, парафарингитам, флегмоне шеи и медиастиниту. Поэтому при клинических проявлениях паратонзиллита и паратонзиллярного абсцесса показана экстренная госпитализация в ЛОР-стационар.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

В 2021 г. ЛОР-заболевания были выявлены у 0,9 % обследованных спортсменов, в 2022 г. заболеваемость повысилась на 42% и составила 1,28 %, что связано, вероятно, с распространением коронавирусной инфекции среди спортсменов с 48 % в 2021 г. до 72 % в 2022 г.

Травматические повреждения ЛОР-органов у спортсменов сборных Москвы составили 15 % в структуре оториноларингологической патологии в 2021 г. и 16 % – в 2022 г., тогда как острые и хронические воспалительные заболевания составили 78 % в 2021 г. и 80 % в 2022 г.

Патология ЛОР-органов наиболее распространена у спортсменов водных (плавание, прыжки в воду, водное поло, синхронное плавание, гребля) и зимних видов спорта (хоккей, конькобежный спорт, лыжи, фигурное катание, керлинг).

Возникновению патологии ЛОР-органов у спортсменов способствуют «факторы риска» или условия занятий спортом: повышенная влажность, вода, значительные перепады температур, наличие антисептиков и продуктов их распада в воде бассейнов. Их воздействие можно расценивать как постоянные микротравмы слизистой оболочки верхних дыхательных путей, полости носа и наружного слухового прохода.

Травмы ЛОР-органов чаще встречаются у спортсменов игровых, контактных, технических видов спорта, а именно перелом костей носа.

Заболевания ЛОР-органов у спортсменов часто требуют немедленной коррекции.

Своевременная профилактика и санация очагов хронической инфекции у спортсменов является залогом успешного занятия спортом и актуальной задачей спортивной медицины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Manninen_Iida-Kaisa_dissertation_2023.pdf http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-8980-6.
2. Приказ Минздрава России от 01.03.2016 N 134н (ред. от 21.02.2020) «О Порядке организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне»» (Зарегистрировано в Минюсте России 21.06.2016 N 42578).
3. Пчелинцев И.Е., Вершинин Е.Г., Вершинина А.Е., Брызгалина О.В. Динамика заболеваний ЛОР-органов у юных спортсменов Волгоградской области в рамках УМО за 2021 и 2022 годы // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2023. – Т. 68, № S4. – С. 337. – EDN XZMANI.
4. Малышева В.А., Орлова Ю.Ю., Песков Д.А. и др. Заболевания ЛОР-органов при новой короновирусной инфекции COVID-19 // Методы профилактики и лечения заболеваний ЛОР-органов : материалы научно-практической конференции, Чебоксары, 24 марта 2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 113–127. – EDN RJZHQC.
5. Левандо В.А., Левандо А.М., Левандо Г.А. Некоторые особенности диагностики и лечения заболеваний верхних дыхательных путей и органов слуха у спортсменов водного спорта // Теория и практика физической культуры. – 1970.– № 6. – С. 68–69.
6. Батяшова И.В., Кривец. О.А. Спортивные травмы и их профилактика в регби //Алматы: издательство «Эпиграф». – 2016. – 76 с.
7. Ермакова М. Д., Болотин С.В., Золотарева А.С. Повреждение ЛОР-органов у спортсменов, занимающихся различными видами единоборств // Инновационное развитие современной науки: проблемы, закономерности, перспективы : сборник статей IX Международной научно-практической конференции, Пенза, 10 декабря 2018 года / Ответственный редактор Г.Ю. Гуляев. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2018. – С. 273-275. – EDN XDTUHP.
8. Шустер М.А., Калина В.О., Чумаков Ф.И. Неотложная помощь в оториноларингологии. – 1989 –304 с.
9. Блоцкий А.А., Антипенко В.В., Блоцкий Р.А. Диагностика и тактика оказания неотложной помощи при повреждениях трахеи // Актуальные вопросы оториноларингологии: Материалы межрегиональной научно-практической конференции оториноларингологов Сибири и Дальнего Востока с международным участием. Благовещенск, 02–03 июля 2020 года / Под общей редакцией А.А. Блоцкого. Выпуск 18. – Благовещенск: Амурская государственная медицинская академия, 2020. – С. 17-20. – EDN ELZQSO.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА ПРОГРЕССИРОВАНИЯ МИОФАСЦИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ

УДК 615.8 + 612.816

Р.Ю. Якубов[1], Э.Р. Бурганов[2], Р.А. Бодрова[2], А.А. Якупова[3]

[1]Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма (Казань)
[2]Казанская государственная медицинская академия (Казань)
[3]Казанский государственный медицинский университет (Казань)

РЕЗЮМЕ

Занятия спортом на профессиональном уровне со временем вызывают развитие миофасциальных нарушений (МФН), которые снижают успешность спортивной деятельности. Ранняя диагностика МФН у спортсменов с целью превентивного применения эффективных методов восстановления является важной задачей. Мы считаем, что глобальная электромиография (ЭМГ) является оптимальным способом для оценки риска развития МФН у спортсменов. Нами обследовано 49 спортсменов до и после соревновательного периода. Развитие МФН у спортсменов сопровождается значимым повышением биоэлектрической активности покоя мышц. При этом наибольшее тоническое напряжение характерно для спортсменов, у которых есть клинически значимые миофасциальные триггерные пункты (МФТП). У спортсменов без клинически значимых МФТП повышение биоэлектрической активности покоя в мышцах характеризует «скрытую фазу» развития МФН, которая более, чем у половины спортсменов, переходит в фазу клинической манифестации с появлением МФТП уже в течение одного соревновательного периода.

Ключевые слова: *миофасциальные нарушения, электромиография, биоэлектрическая активность.*

THE USE OF GLOBAL ELECTROMYOGRAPHY TO ASSESS THE RISK OF PROGRESSION OF MYOFASCIAL DISORDERS IN ATHLETES

R.Y. Yakubov [1], E.R. Burganov [2], R.A.Bodrova[2], A.A.Yakupova[3]

[1]Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism (Kazan)
[2]Kazan State Medical Academy (Kazan)
[3]Kazan State Medical University (Kazan)

RESUME

Playing sports at a professional level over time causes the development of myofascial disorders (MFD), which reduce the success of sports activities. Early diagnosis of MFD in athletes in order to prevent the use of effective recovery methods is an important task. We believe that global electromyography (EMG) is the optimal way of pre-manifest detection of MFD. We examined 49 athletes before and after the competitive period. The development of MFD in athletes is accompanied by a significant increase in the bioelectric activity of resting muscles. At the same time, the greatest tonic tension is characteristic of athletes who have clinically significant MFTP. In athletes without clinically significant MFTP, an increase in the bioelectric activity of rest in the muscles characterizes the "hidden phase" of the development of MFD, which in more than half of athletes passes into the phase of clinical manifestation with the appearance of MFTP already during one competitive period.

Keywords: *myofascial disorders, electromyography, bioelectric activity.*

ВВЕДЕНИЕ

Занятия спортом на профессиональном уровне со временем вызывают развитие миофасциальных нарушений (МФН), которые характеризуются стойким повышением тонуса скелетной мускулатуры. В дальнейшем, как правило, формируются МФТП, которые представляют из себя локальные уплотнения мышечной ткани различного размера и плотности. Клинически МФТП проявляются возникновением боли и болезненности при пальпации [1, 3, 5]. Указанные нарушения приводят к уменьшению мышечной силы, скорости и точности выполняемых движений, повышению частоты травм опорно-двигательного аппарата, что для спортсменов высокого уровня является риском, снижающим успешность спортивной деятельности [6].

В механизме развития МФН у спортсменов главную роль играют значительные по интенсивности и объему спортивные нагрузки, которые обусловливают возникновение длительного «остаточного» напряжения мышц, сохраняющегося многие часы после прекращения активной физической деятельности [1, 4]. Это «остаточное» мышечное напряжение имеет в своем генезе комплекс факторов, как локальных, так и системных. Локальные факторы связаны с местным накоплением продуктов обмена, повреждения и воспаления. Системные факторы характеризуются повышением активности спинальных мотонейронов вследствие, во-первых, избыточной афферентации из структур опорно-двигательного аппарата, а, во-вторых, из-за недостаточного, вследствие утомления, нисходящего тормозного контроля от супраспинальных отделов центральной нервной системы [1, 2, 6].

Эффективные восстановительные мероприятия как спортивно-педагогические, так и медицинские направлены на воспрепятствование появлению МФН у спортсменов. Однако на практике восстановительные мероприятия часто бывают недостаточны по объему, по применяемым методам, по их направленности, а также, что очень важно, по своевременности назначения [3]. Обычно восстановительные программы начинают реализовываться у тех спортсменов, у которых уже имеются те или иные признаки клинической манифестации процесса, что, безусловно, снижает их эффективность и увеличивает сроки восстановления, поэтому актуальной является проблема ранней диагностики МФН у спортсменов с целью превентивного применения наиболее оптимальных методов восстановления [6].

В данном аспекте с целью своевременной диагностики предпочтительным является применение глобальной электромиографии (ЭМГ), которая позволяет получать количественную характеристику биоэлектрической активности мышц как при активном сокращении, так и в покое [7]. При этом глобальная ЭМГ по сравнению с локальной (игольчатой) имеет очевидные преимущества для широкого применения в спорте, поскольку позволяет получить интегративную оценку биоэлектрической активности мышцы, а также безопасна, технически проста, не требует большого количества времени для проведения тестов и анализа полученных данных [8].

На современном этапе исследований установлены некоторые особенности биоэлектрической активности мышц с МФТП, в частности, ее повышенный уровень в условиях покоя. Также показано, что некоторые мышцы имеют высокую активность покоя при проведении ЭМГ, но в них не выявляются МФТП. Можно предположить, что со временем в этих мышцах также появятся МФТП и у спортсмена разовьются клинически манифестные МФН [1, 5].

В связи с указанным сложилась цель настоящей работы: изучение информативности изменений показателей глобальной ЭМГ у спортсменов высокого класса для ранней диагностики МФН.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обследовали 49 спортсменов (19 женщин и 30 мужчин, средний возраст 19,8 ± 0,7 года), включая 15 МС, 22 КМС и 12 спортсменов 1-го взрослого разряда, которые представляли циклические виды спорта – академическую греблю, легкую атлетику, лыжные гонки и плавание. В качестве группы сравнения обследовали здоровых добровольцев (27 человек: 11 женщин и 16 мужчин, средний возраст 19,3 ± 0,4 года), которые не страдали МФН и не занимались спортом. Группа спортсменов достоверно не отличалась по полу и возрасту от группы сравнения.

Программа исследования включала проведение двух текущих медицинских обследований (ТМО) спортсменов: 1) перед соревновательным периодом, 2) после окончания соревновательного периода.

Таблица

Динамика МФН и глобальной ЭМГ (M ± m) по данным ТМО спортсменов до и после соревновательного периода

Мышцы		Есть МФТП		Нет МФТП		Здоровые	
		N (чел.)	АП (мкВ)	N (чел.)	АП (мкВ)	N (чел.)	АП (мкВ)
ДМБ-ДГ	ТМО1	27	58,2 ± 2,7 **	22	35,5 ± 2,2 **##	27	23,2 ± 1,5
	ТМО2	38	60,1 ± 2,9 **	11 ^	33,5 ± 2,9 **##		
ИМ-МГ	ТМО1	25	51,4 ± 2,5 **	24	29,2 ± 2,8 **##	27	22,1 ± 1,4
	ТМО2	39	52,9 ± 2,8 **	10 ^	28,9 ± 2,7 **##		
ИМ-ЛГ	ТМО1	26	49,9 ± 2,8 **	23	28,8 ± 2,5 **##	27	22,8 ± 1,3
	ТМО2	40	50,8 ± 2,9 **	9 ^	28,4 ± 2,8 **##		

Примечание: 1) Для расчета средних величин использовали максимальные значения ЭМГ показателя для каждой мышцы. 2) Статистический анализ включал критерий инверсий * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$ для сравнения показателя АП со здоровыми; # – $p < 0,05$, ## – $p < 0,01$ для сравнения показателя АП в группах спортсменов; точный метод Фишера ^– $p < 0,05$, ^^ – $p < 0,01$ для сравнения частот МФТП у спортсменов при ТМО1 и ТМО2.

Все клинические и инструментальные тесты проводились в дни, свободные от тренировок.

Клиническое обследование включало кинестетическое определение тонуса мышц, диагностику МФТП по локализации, консистенции и болезненности. Диагноз «МФН» устанавливался на основе общепринятых клинических критериев [10, 11, 12].

Глобальная ЭМГ осуществлялась в положении лежа в симметричных мышцах нижних конечностей с помощью стандартных поверхностных электродов (межэлектродное расстояние 2 см), которые накладывались в области двигательных точек [9]. Последовательно проводилось 2 теста: 1) исследование активности покоя (АП); 2) исследование максимальной произвольной активности. Регистрировали амплитуду (в мкВ) и частоту активности (в Гц). В качестве основного показателя была выбрана амплитуда активности в условиях максимально возможного расслабления мышцы. Для динамического наблюдения использовали икроножную мышцу – медиальную головку (ИМ-МГ), икроножную мышцу – латеральную головку (ИМ-ЛГ), двуглавую мышцу бедра – длинную головку (ДМБ-ДГ). Указанные мышцы наиболее страдают от МФН у представителей видов спорта, включенных в настоящее исследование.

Анализ данных осуществлялся с применением методов непараметрической статистики – критерий инверсий, точный метод Фишера [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клиническое обследование при первом ТМО показало, что большинство спортсменов имели активные МФТП в мышцах нижних конечностей, выбранных для динамического наблюдения. У мужчин спортсменов МФТП встречались несколько чаще, но достоверных различий по количеству и распределению активных МФТП в исследованных мышцах у женщин и мужчин установлено не было, поэтому дальнейший анализ производился без учета пола.

В таблице представлены результаты клинико-электромиографического наблюдения за спортсменами, характеризующие влияние соревновательных нагрузок на развитие МФН.

Исходно, по данным первого ТМО, у 55,10 % спортсменов (27 чел.) были выявлены активные МФТП в ДМБ-ДГ, у 51,02 % (25 чел.) – в ИМ-МГ и у 53,06 % (26 чел.) – в ИМ-ЛГ, причем у 55,10 % спортсменов (27 чел.) МФТП определялись более чем в одной мышце.

ЭМГ-исследование показало значительную вариабельность показателя амплитуды максимального произвольного сокращения, что было связано с влиянием уровня физической подготовки, степенью утомления спортсмена, видом спорта и т. п. Вместе с тем показатель АП продемонстрировал стабильные и воспроизводимые значения при последовательных тестах.

При первом ТМО у спортсменов с наличием МФТП определялось достоверное ($p < 0,01$) повы-

шение биоэлектрической активности покоя в исследованных мышцах по сравнению со спортсменами без МФТП и со здоровыми добровольцами.

У спортсменов без МФТП показатель АП также был достоверно повышен в сравнении со значениями здоровых ($p < 0,01$). Это характеризует потенциальный риск прогрессирования МФН у данной группы спортсменов.

Установлено отрицательное воздействие соревновательных нагрузок на развитие МФН у спортсменов. Так, по данным второго ТМО, уже у 77,55 % спортсменов (38 чел.) были выявлены активные МФТП в ДМБ-ДГ, у 79,59 % (39 чел.) – в ИМ-МГ и у 81,63 % (40 чел.) – в ИМ-ЛГ, причем у 73,46 % спортсменов (36 чел.) МФТП определялись более чем в одной мышце.

При этом у спортсменов, которые при первом ТМО не имели МФТП, после соревновательного периода клинически актуальные МФТП были выявлены для ДМБ-ДГ у 11 человек из 22 (50,0 %), для ИМ-МГ – у 14 человек из 24 (58,33 %), для ИМ-ЛГ – у 14 человек из 23 (60,86 %).

При втором ТМО у спортсменов с наличием МФТП выявлялась тенденция к увеличению показателя АП в динамике ($p > 0,05$) с сохранением достоверных отличий от значений в группе спортсменов без МФТП и в группе здоровых ($p < 0,01$).

У спортсменов без МФТП средние значения показателя АП в динамике после соревновательного периода практически не изменились ($p > 0,05$), сохраняя достоверные отличия от группы здоровых ($p < 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, развитие МФН у спортсменов сопровождается значимым повышением биоэлектрической активности покоя мышц, что отражает определяющую роль фактора стойкого тонического напряжения скелетной мускулатуры в возникновении и прогрессировании данного патологического процесса. При этом наибольшее тоническое напряжение характерно для спортсменов, у которых есть клинически значимые МФТП. Это объясняется тем, что МФТП служат источниками патологической афферентации, поступающей по проприоцептивным нервным волокнам в спинной мозг. Она стимулирует активность мотонейронов, которая и вызывает увеличение тонуса мышц [1].

У спортсменов без клинически значимых МФТП повышение биоэлектрической активности покоя в мышцах характеризует «скрытую фазу» развития МФН, которая более чем у половины спортсменов переходит в фазу клинической манифестации с появлением МФТП уже в течение одного соревновательного периода.

ВЫВОДЫ

Таким образом, показатель биоэлектрической активности покоя, по данным глобальной ЭМГ, объективно характеризует ведущий механизм развития МФН у спортсменов – стойкое тоническое напряжение скелетной мускулатуры. Поэтому он может быть использован в процессе проведения мероприятий по медико-биологическому сопровождению для оценки риска прогрессирования МФН с развитием МФТП в определенной мышце и превентивному назначению коррекционных мероприятий до наступления клинической манифестации и снижения функциональной готовности спортсмена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миофасциальная боль / Под ред. Иваничева Г.А. – Казань, 2007. 392 с.
2. Hong CZ, Simons DG. Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points // Arch Phys Med Rehabil. – 1998. – P. 863–872.
3. Аухадеев Э.И., Тазиев Р.В. Миофасциальный болевой синдром у спортсменов и возможности его лечения. Физическая культура, здравоохранение и образование в свете идей выдающегося врача и педагога Владислава Станиславовича Пирусского. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции / под общ. ред. докт. пед. наук, проф. Загревского О.И. – Томск: изд-во Аграф-Пресс, 2007, с. 303–306.
4. Myofascial Pain Syndrome / Tantanatip A, Chang KV. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023, Jan.
5. Янышева Г.Г., Якупов Р.А., Тазиев Р.В. Клинико-нейрофизиологическая характеристика миофасциального болевого синдрома у спортсменов высокого класса // Теория и практика физической культуры и спорта. – 2010, – № 11. – С. 83–85.
6. Бариев М.М. Аухадеев Э.И., Багаутдинов А.Ш., Якупов Р.А. Практика становления и методологические концепции развития научно-методического обеспе-

чения спорта высших достижений в Республике Татарстан// Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 1. – С. 84–92.
7. Филюк А.Я. Параклинические методы диагностики миофасциального болевого синдрома. // Паллиативная медицина и реабилитация. – 2006. – № 2. – С. 36–37.
8. Электромиография: клинический практикум / С.Г. Николаев. – Иваново: ПресСто, 2013. 393 с.
9. Статистика в медицине и биологии: Руководство. В 2-х томах. / Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б. М.: Медицина, 2000. 764 с.
10. Иваничев Г. А., Старосельцева Н. Г. Миофасциальный генерализованный болевой (фибромиалгический) синдром. Казань, 2002. 164 с.
11. Рачин А.П., Азимова Ю.Э., Выговская С.Н., Нувахова М.Б., Воропаев А.А., Курбанбагамаева Р.Р. Миофасциальный болевой синдром в практике клинициста // РМЖ. 2015. No 28. С. 1665–1668.
12. Qi-Wang Cao, Bao-Gan Peng, Lin Wang, You-Qing Huang, Dong-Lin Jia, Hao Jiang, Yan Lv, Xian-Guo Liu, Rong-Guo Liu, Ying Li, Tao Song, Wen Shen, Ling-Zhi Yu, Yong-Jun Zheng, Yan-Qing Liu, and Dong Huang. Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. WorldJClinCases. 2021 Mar 26; 9(9): 2077–2089.

REFERENCES

1. Myofascial pail / Ivanichev G.A. – Kazan, 2007. 392. (in Russian).
2. Hong CZ, Simons DG. Pathophysiologic and electrophysiologic mechanisms of myofascial trigger points // Arch Phys Med Rehabil. – 1998. – P. 863–872.
3. Aukhadeev E.I., Taziev R.V. Myofascial pain syndrome in athletes and the possibility of its treatment. Physical culture, health care and education in the light of the ideas of an outstanding of doctor and teacher Vladislava Stanislavovicha Pirusskogo. // Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference / D.Ed, Professor Zagrevskiy O.I. – Tomsk: Agraf-Press, 2007, 303–306 (in Russian).
4. Myofascial Pain Syndrome / Tantanatip A, Chang KV. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023, Jan.
5. Yanisheva G.G., Yakupov R.A., Taziev R.V. Clinical and neurophysiological characteristics of myofascial pain syndrome in high-class athletes // Theory and practice of physical culture and sports. – 2010. – № 11. – 83–85. (in Russian).
6. Bariev M.M., Aukhadeev E.I., Bagautdinov A,Sh., Yakupov R.A. The practice of formation and methodological concepts for the development of scientific and methodological support for elite sports in the Republic of Tatarstan // Theory and practice of physical culture. – 2009. – № 1. – 84–92 (in Russian).
7. Filyuk A.Ya. Paraclinical methods for diagnosing myofascial pain syndrome. // Palliative Medicine and Rehabilitation. – 2006. – № 2. – 36–37 (in Russian).
8. Electromyography: clinical practice / S.G. Nikovaev. - Ivanovo: PressSto, 2013. 393. (in Russian).
9. Statistics in Medicine and Biology: Guide. In 2 volumes. / Medik V.A., Tokmachev M.S., Fishman B.B. M.: Medicine, 2000. 764 (in Russian).
10. Ivanichev G.A., Staroseltseva N.G. Myofascial generalized pain (fibromyalgic) syndrome. Kazan, 2002. 164 (in Russian).
11. Rachin A.P., Azimova Yu.E., Vygovskaya S.N., Nuvakhova M.B., Voropaev A.A., Kurbanbagamaeva R.R. Myofascial pain syndrome in clinical practice // RMJ. 2015. No 28. 1665–1668 (in Russian).
12. Qi-Wang Cao, Bao-Gan Peng, Lin Wang, You-Qing Huang, Dong-Lin Jia, Hao Jiang, Yan Lv, Xian-Guo Liu, Rong-Guo Liu, Ying Li, Tao Song, Wen Shen, Ling-Zhi Yu, Yong-Jun Zheng, Yan-Qing Liu, and Dong Huang. Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. WorldJClinCases. 2021 Mar 26; 9(9): 2077–2089.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Якубов Рустам Юсупович – ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Россия; спортивный врач ФГБОУ ВО Поволжский ГУФКСиТ; тел.: +7 904 765-81-08, e-mail: dryakubov@hotmail.com (ответственный за переписку); ORCID: 0000-0002-2695-3446; *Бурганов Эмиль Радикович* – ассистент кафедры реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Россия; e-mail: emil_r_burganov@mail.ru, ORCID 0000-0001-7775-8440; *Бодрова Резеда Ахметовна* – доц., д. м. н., заведующая кафедрой реабилитологии и спортивной медицины КГМА – филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Казань, Россия; e-mail: bodrovarezeda@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3540-0162; *Якупова Аида Альбертовна* – д. м. н., доцент кафедры неврологии ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г.Казань, Россия; aidayakupova@yandex.ru; ORCID: 0000-0002-5283-8820.

О КАЧЕСТВЕ МЫШЦ: ОБЗОР

УДК 616.74

Мештель А.В., Мирошников А.Б., Смоленский А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет спорта «ГЦОЛИФК»

АННОТАЦИЯ

Понятие качества мышц можно анализировать с морфологической и функциональной точек зрения, включая взаимосвязь между этими свойствами. Морфологическое качество мышц учитывает мышечный состав, архитектурные и структурные свойства, однако функциональное качество мышц определяется только, как соотношение мышечной силы или мощности на единицу мышечной массы или площади и не учитывает окислительные свойства мышц. В данном обзоре принята омологация данного понятия с целью включения в него окислительных способностей скелетных мышц верхних и нижних конечностей.

Ключевые слова: *качество мышц, максимальное потребление кислорода, мышечное старение, капилляры.*

ABOUT MUSCLE QUALITY: REVIEW

Meshtel A.V., Miroshnikov A.B., Smolensky A.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Russian University of Sports «SCOLIPE»

ANNOTATION

The concept of muscle quality can be analyzed from morphological and functional points of view, including the relationship between these properties. Morphological muscle quality takes into account muscle composition, architectural and structural properties, but functional muscle quality is defined only as the ratio of muscle strength or power per unit of muscle mass or area and does not take into account the oxidative properties of muscles. This review adopts a homologation of this concept to include the oxidative abilities of skeletal muscles of the upper and lower extremities.

Key words: *muscle quality, maximum oxygen consumption, muscle aging, capillaries.*

АКТУАЛЬНОСТЬ

Оценка качества мышц (muscle quality [MQ]) в клинических и исследовательских условиях сложна, поскольку она включает в себя изучение как функции мышц, так и целостности сократительной и несократительной ткани, а также отсутствие консенсуса в отношении данного определения. Первичная функция мышц может быть описана физиологическими доменами, которые участвуют в клинической оценке состояния мышц, включая производство силы, мощности, выносливости, гибкости, окислительных способностей, терморегуляции, секреции миокинов [1] и экзеркинов [2] которые определяют физические возможности человека в зависимости от возраста, пола и расы. Действительно, была продемонстрирована прямая связь между мышечной силой и индексом качества мышц (muscle quality index [MQI]), и было установлено, что низкий уровень силы мышц влияет на MQI [3]. Аналогичным образом было показано, что на MQI также влияет высокое содержание подкожной жировой ткани и высокий процент жира, причем между MQI и жировой тканью существует обратная зависимость [4, 5]. Напротив, высокие уровни MQI играют фундаментальную роль в предотвращении хронических заболеваний и смертности [6]. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных врачей, биологов и специалистов по лечебной физической культуре была сформулирована цель исследования.

Цель исследования: изучить понятие качества мышц в мировой литературе.

ОРГАНИЗАЦИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование было проведено на кафедре спортивной медицины РУС «ГЦОЛИФК» (Москва). Поиск производился в базах данных MEDLINE (PubMed), Epistemonikos, MedNar и LILACS по следующим ключевым словам: ([Muscle quality] AND (cardiovascular diseases) AND (blood pressure) OR («Muscle quality» [Mesh Terms]); (Clinical Trial) AND (Randomized Controlled Trial) OR («Muscle quality» [Mesh]) AND («Clinical Trial» [Publication Type]) OR («Clinical Trial as topic» [Mesh Terms]) OR («Clinical Trial» [All Fields]); ((Muscle quality) OR ((«Muscle ageing» [Mesh Terms])). Временные рамки поиска составили 10 лет. Всего в обзор вошло 28 работ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В недавнем комплексном обзоре качества мышц, целью которого было выявление современных определений и методов оценки качества мышц, авторы проанализировали 96 исследований (за период с 2003 по 2022 год) и пришли к выводу, что качество мышц описывается в двух больших областях: функциональной и морфологической [7]. Морфологическое MQ относится к межмышечной и внутримышечной жировой и фиброзной ткани, выраженной в абсолютных величинах по отношению к общему размеру мышц [8]. Жировая инфильтрация скелетных мышц (известная как миостеатоз) представляет собой эктопическое жировое депо, которое увеличивается с возрастом и ожирением, как известно, отрицательно коррелирует с мышечной массой, силой и подвижностью и нарушает обмен веществ (инсулинорезистентность, диабет) [9]. Функциональная область описывается как оцененная мышечная функция на единицу массы или площади. Поддержание или улучшение как морфологического, так и функционального MQ считается важным для людей любого возраста с целью сохранения или улучшения физических функций и метаболического здоровья. Однако, несмотря на определение двух подходов к качеству мышц, важно указать, что функциональное качество будет включать в себя способность генерировать силу и мощность, зависящие от качественных (морфологических) характеристик. Несмотря на широкое понимание термина MQ, ни один автор не указывает на окислительный потенциал скелетных мышц, который может на прямую влиять на здоровье человека. Под окислительным потенциалом мы понимаем митохондриальный аппарат и капилляры скелетных мышц. Хорошо известно, что тренировки с отягощениями способствуют росту силы и мышечной массы, однако они приводят к снижению объема митохондрий скелетных мышц (явление, которое было описано как «разбавление объема митохондрий» [10]) и подавляют рост митохондрий в мышечных волокнах, которые растут в ответ на тренировки с отягощениями [11]. Также хорошо известно, что скелетные мышцы демонстрируют значительную неоднородность не только по типу волокон, но и по капиллярному распределению и разные тренировочные модальности по-разному влияют на рост и количество капилляров рабочих мышц [12]. И поэтому гипертония – частый диагноз у спортсменов силовых видов спорта [13], который приводит к ранней смертности таких спортсменов [14, 15]. С одной стороны, сила мышц и мышечный поперечник существенно превосходит аналогичные параметры сидячего или рекреационного населения (что должно говорить о высоком MQ и хороших показателях здоровья), с другой стороны, низкие окислительные способности мышц приводят к высокому артериальному давлению и ранней смертности.

Периферийные ограничения работоспособности мышц

Работоспособность скелетных мышц во многом зависит от наличия кислорода и субстратов для производства энергии, а также от удаления продуктов метаболизма, таких как углекислый газ, аммиак и лактат. Однако после доставки в мышцу кислород должен диффундировать из мельчайших артериол и, в частности, из мельчайших сосудов-капилляров в миофибриллы. На этом уровне ограничение для диффузии кислорода заключается в градиенте кислорода, площади диффузии, среднем времени прохождения и расстоянии между капилляром и митохондриями. Следовательно, увеличение количества капилляров в мышцах, а также увеличение

Таблица

Определение основной функции мышц, их количества и качественных компонентов для интеграции функционального или морфологического качества мышц разных конечностей

Параметры основных функций мышц (нижних и верхних конечностей)	
Момент силы	Вращательный эффект силы, создаваемой мышцей или группой мышц вокруг сустава.
Мышечная сила	Величина силы, которую мышца может произвести при одном максимальном усилии.
Мышечная мощность	Способность приложить максимальную силу за кратчайший промежуток времени, например, ускориться, прыгнуть или бросить предмет.
Максимальное потребление кислорода	Способность мышц экстрадировать кислород из капиллярной сети (оценка с помощью эргоспирометрии).
Количественные параметры мышц	
Объем	Трёхмерное пространство мышцы с учётом длины и формы (оценка с помощью магнитного резонанса, ультразвука).
Толщина	Расстояние между поверхностным и глубоким апоневрозом мышцы (по данным магнитно-резонансной томографии, компьютерной томографии, ультразвука).
Площадь поперечного сечения	Анатомическая: двумерное пространство поперечного вида. Физиологическая: соотношение объема мышцы между длиной ее волокон (оценка с помощью магнитного резонанса, компьютерной томографии, ультразвука).
Безжировая масса	Обезжиренный и не содержащий костных минералов компонент, включающий мышцы и другие компоненты, такие как кожа, сухожилия и соединительные ткани (по данным денситометрии, биоимпеданса, калиперометрии)
Качественные параметры мышц	
Длина пучка	Длина пучка между местом прикрепления пучка к поверхностному и глубокому апоневрозу (оценка с помощью магнитного резонанса, ультразвука).
Жесткость	Изменение силы, разделенное на соответствующее изменение длины, когда изменение длины вызвано внешним фактором или изменением внешней нагрузки в мышце (оценка с помощью миотонометрии, ультразвука, магнитного резонанса)
Количество капилляров	Микроскоп. 3D-топология.
Микроциркуляция	Капиллярный кровоток в скелетных мышцах (оценка с помощью ультразвука, магнитного резонанса)

количества митохондрий будет влиять на работоспособность, а значит, – и на MQ. Ускоренное биологическое старение сосудов (например, в результате гиподинамии) приводит к раннему повреждению органов-мишеней и впоследствии к таким заболеваниям, как атеросклероз, хроническая болезнь почек, дегенеративные заболевания головного мозга и ретинопатия, и поэтому поддержание оптимального сосудистого здоровья на протяжении всей жизни уже признано одной из основных целей профилактики здоровья населения [16]. Регулярная физическая активность и физические упражнения могут эффективно замедлить прогрессирование раннего сосудистого старения и поэтому должны быть частью любых лечебных мероприятий, направленных на улучшение сосудистого и общего состояния здоровья [17]. Поэтому увеличение капиллярной сети в скелетных мышцах приведет к улучшению условий диффузии как кислорода, так и питательных веществ. Например, исследования скелетных мышц и сердечной мышцы показывают, что объемная плотность капилляров хорошо коррелирует с объемом митохондрий [18]. Другие данные показывают связь между максимальной аэробной способностью и плотностью капилляров у людей [19]. Хорошо известно, что определяющим фактором аэробной работоспособности является способность работать с высоким процентом от максимального потребления кислорода (МПК). Хотя прямых доказательств роли капилляризации в повышении МПК недостаточно,

некоторые исследования сообщили о взаимосвязи между плотностью капилляров и временем до отказа [20], а также об ассоциации между плотностью капилляров и критической мощностью [21]. Занятия физическими упражнениями могут привести к параллельному увеличению капилляризации и экстракции кислорода, что позволяет судить о роли капилляризации в скелетных мышцах. Помимо своей роли в окислительной способности, капилляризация мышц может иметь важное значение для выполнения упражнений более высокой интенсивности, на что указывает увеличение объема капилляров при электростимуляции гликолитических мышечных волокон у грызунов [22] и взаимосвязь между плотностью капилляров и работоспособностью при высокой циклической нагрузке [23]. У людей рост капилляров требует более длительного периода тренировок, прежде чем его можно будет обнаружить, а увеличение капилляризации происходит между 2 и 4 неделями тренировок, если тренировки проводятся 2–3 раза в неделю [24]. Недавний мета-анализ, который включил 47 рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), показал, что после тренировочного вмешательства, продолжительностью более 2 недель, у ранее нетренированных субъектов ожидается увеличение средней разницы в количестве капилляров на мышечное волокно [25]. У тренированных субъектов, у которых капилляризация уже в 2–3 раза выше по сравнению с нетренированными, вмешательства продолжительностью 2–8 недель не вызывают каких-либо заметных изменений в капиллярной сети в большинстве исследований [26–28]. Таким образом, расширение мышечной капиллярной сети происходит быстро при регулярных тренировках на выносливость у нетренированных людей и продолжает увеличиваться более медленными темпами, если тренировки продолжаются в течение многих лет, хотя у большинства людей уровни вряд ли превысят 3,5 капилляров на мышечное волокно [24]. Так как окислительные способности мышц (мышечная капилляризация и митохондриальный аппарат, выраженные через косвенный показатель МПК) напрямую влияют на кардиореспираторное здоровье человека, то данные показатели должны учитываться при оценке MQ. Также необходимо оценивать MQ для разных мышечных групп (см. табл.)

ВЫВОДЫ

MQ привлекает исследовательский и клинический интерес, предоставляя информацию о морфологии и функции мышц нижних и верхних конечностей, а также понимание ухудшения состояния мышечной ткани в течение жизни и потенциальных вмешательств для смягчения таких изменений. В то время как большинство определений MQ не учитывают все сложные адаптации их к тренировочным стимулам, а в основной своей массе сводится к двум конкретным параметрам (морфологическому и нервно-мышечному), то такой «циклопический подход» может приводить к неверным выводам при рассмотрении метаболического здоровья людей. В конечном итоге качество мышц должно отражать функциональное суммирование сложных физиологических изменений в ответ на адаптацию к тренировке. Также, качество мышц должно рассматриваться и оцениваться по сегментам, например, качество скелетных мышц нижних и верхних конечностей, так как каждый сегмент может вносить свой вклад здоровье человека. Дополнительные исследования в этой области оправданы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brooks GA, Osmond AD, Arevalo JA, Duong JJ, Curl CC, Moreno-Santillan DD, Leija RG. Lactate as a myokine and exerkine: drivers and signals of physiology and metabolism. J Appl Physiol (1985). 2023 Mar 1;134(3):529-548. doi: 10.1152/japplphysiol.00497.2022.
2. Félix-Soriano E, Stanford KI. Exerkines and redox homeostasis. Redox Biol. 2023 Jul; 63:102748. doi: 10.1016/j.redox.2023.102748.
3. Barahona-Fuentes G, Huerta Ojeda Á, Romero GL, Delgado-Floody P, Jerez-Mayorga D, Yeomans-Cabrera MM, Chirosa-Ríos LJ. Muscle Quality Index is inversely associated with psychosocial variables among Chilean adolescents. BMC Public Health. 2023 Oct 26;23(1):2104. doi: 10.1186/s12889-023-16978-w.
4. Peterson MD, Liu D, Gordish-Dressman H, Hubal MJ, Pistilli E, Angelopoulos TJ, Clarkson PM, Moyna NM, Pescatello LS, Seip RL, Visich PS, Zoeller RF, Thompson PD, Devaney JM, Hoffman EP, Gordon PM. Adiposity attenuates muscle

quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. Int J Obes (Lond). 2011 Aug;35(8):1095-103. doi: 10.1038/ijo.2010.257.

5. Fabbri E, Chiles Shaffer N, Gonzalez-Freire M, Shardell MD, Zoli M, Studenski SA, Ferrucci L. Early body composition, but not body mass, is associated with future accelerated decline in muscle quality. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2017 Jun;8(3):490-499. doi: 10.1002/jcsm.12183.
6. Linge J, Petersson M, Forsgren MF, Sanyal AJ, Dahlqvist Leinhard O. Adverse muscle composition predicts all-cause mortality in the UK Biobank imaging study. J Cachexia Sarcopenia Muscle. 2021 Dec;12(6):1513-1526. doi: 10.1002/jcsm.12834.
7. de Lucena Alves CP, de Almeida SB, Lima DP, Neto PB, Miranda AL, Manini T, Vlietstra L, Waters DL, Bielemann RM, Correa-de-Araujo R, Fayh AP, Costa EC. Muscle Quality in Older Adults: A Scoping Review. J Am Med Dir Assoc. 2023 Apr;24(4):462-467.e12. doi: 10.1016/j.jamda.2023.02.012.
8. Correa-de-Araujo R, Addison O, Miljkovic I, Goodpaster BH, Bergman BC, Clark RV, Elena JW, Esser KA, Ferrucci L, Harris-Love MO, Kritchevsky SB, Lorbergs A, Shepherd JA, Shulman GI, Rosen CJ. Myosteatosis in the Context of Skeletal Muscle Function Deficit: An Interdisciplinary Workshop at the National Institute on Aging. Front Physiol. 2020 Aug 7;11:963. doi: 10.3389/fphys.2020.00963.
9. Radaelli R, Taaffe DR, Newton RU, Galvão DA, Lopez P. Exercise effects on muscle quality in older adults: a systematic review and meta-analysis. Sci Rep. 2021 Oct 26;11(1):21085. doi: 10.1038/s41598-021-00600-3.
10. Parry HA, Roberts MD, Kavazis AN. Human Skeletal Muscle Mitochondrial Adaptations Following Resistance Exercise Training. Int J Sports Med. 2020 Jun;41(6):349-359. doi: 10.1055/a-1121-7851.
11. Ruple BA, Godwin JS, Mesquita PHC, Osburn SC, Sexton CL, Smith MA, Ogletree JC, Goodlett MD, Edison JL, Ferrando AA, Fruge AD, Kavazis AN, Young KC, Roberts MD. Myofibril and Mitochondrial Area Changes in Type I and II Fibers Following 10 Weeks of Resistance Training in Previously Untrained Men. Front Physiol. 2021 Sep 24; 12:728683. doi: 10.3389/fphys.2021.728683.
12. Nederveen JP, Betz MW, Snijders T, Parise G. The Importance of Muscle Capillarization for Optimizing Satellite Cell Plasticity. Exerc Sport Sci Rev. 2021 Oct 1;49(4):284-290. doi: 10.1249/JES.0000000000000270.
13. Guo J, Zhang X, Wang L, Guo Y, Xie M. Prevalence of metabolic syndrome and its components among Chinese professional athletes of strength sports with different body weight categories. PLoS One. 2013 Nov 8;8(11):e79758. doi: 10.1371/journal.pone.0079758.
14. Gwartney D, Allison A, Pastuszak AW, Canales S, Stoll WT, Lindgren MC, Eisenberg ML, Lipshultz LI. MP47-17 rates of mortality are higher among professional male bodybuilders. The Journal of Urology. 2016 Apr;195(4S): e633-e633. doi: 10.1016/j.juro.2016.02.336.
15. Runacres A, Mackintosh KA, McNarry MA. Health Consequences of an Elite Sporting Career: Long-Term Detriment or Long-Term Gain? A Meta-Analysis of 165,000 Former Athletes. Sports Med. 2021 Feb;51(2):289-301. doi: 10.1007/s40279-020-01379-5.
16. Königstein K, Dipla K, Zafeiridis A. Training the Vessels: Molecular and Clinical Effects of Exercise on Vascular Health—A Narrative Review. Cells 2023, 12, 2544. doi:10.3390/cells12212544.
17. Königstein K, Wagner J, Infanger D, Knaier R, Nève G, Klenk C, Carrard J, Hinrichs T, Schmidt-Trucksäss A. Cardiorespiratory Fitness and Endothelial Function in Aging Healthy Subjects and Patients With Cardiovascular Disease. Front Cardiovasc Med. 2022 Apr 28; 9:870847. doi: 10.3389/fcvm.2022.870847.
18. Hoppeler H, Howald H, Conley K, Lindstedt SL, Claassen H, Vock P, Weibel ER. Endurance training in humans: aerobic capacity and structure of skeletal muscle. J Appl Physiol (1985). 1985 Aug;59(2):320-7. doi: 10.1152/jappl.1985.59.2.320.
19. Tamariz-Ellemann A, Wickham KA, Nørregaard LB, Gliemann L, Hellsten Y. The time is now: regular exercise maintains vascular health in ageing women. J Physiol. 2023 Jun;601(11):2085-2098. doi: 10.1113/JP282896.
20. Coyle EF, Coggan AR, Hopper MK, Walters TJ. Determinants of endurance in well-trained cyclists. J Appl Physiol (1985). 1988 Jun;64(6):2622-30. doi: 10.1152/jappl.1988.64.6.2622.
21. Mitchell EA, Martin NRW, Bailey SJ, Ferguson RA. Critical power is positively related to skeletal muscle capillarity and type I muscle fibers in endurance-trained individuals. J Appl Physiol (1985). 2018 Sep 1;125(3):737-745. doi: 10.1152/japplphysiol.01126.2017.
22. Egginton S, Hudlická O. Selective long-term electrical stimulation of fast glycolytic fibres increases capillary supply but not oxidative enzyme activity in rat skeletal muscles. Exp Physiol. 2000 Sep;85(5):567-73. PMID: 11038408.

23. Iaia FM, Perez-Gomez J, Thomassen M, Nordsborg NB, Hellsten Y, Bangsbo J. Relationship between performance at different exercise intensities and skeletal muscle characteristics. J Appl Physiol (1985). 2011 Jun;110(6):1555-63. doi: 10.1152/japplphysiol.00420.2010.
24. Hellsten Y, Gliemann L. Peripheral limitations for performance: Muscle capillarization. Scand J Med Sci Sports. 2023 Sep 28. doi: 10.1111/sms.14442.
25. Liu Y, Christensen PM, Hellsten Y, Gliemann L. Effects of Exercise Training Intensity and Duration on Skeletal Muscle Capillarization in Healthy Subjects: A Meta-analysis. Med Sci Sports Exerc. 2022 Oct 1;54(10):1714-1728. doi: 10.1249/MSS.0000000000002955.
26. Islam H, Bonafiglia JT, Del Giudice M, Pathmarajan R, Simpson CA, Quadrilatero J, Gurd BJ. Repeatability of training-induced skeletal muscle adaptations in active young males. J Sci Med Sport. 2021 May;24(5):494-498. doi: 10.1016/j.jsams.2020.10.016.
27. Mitchell EA, Martin NRW, Turner MC, Taylor CW, Ferguson RA. The combined effect of sprint interval training and postexercise blood flow restriction on critical power, capillary growth, and mitochondrial proteins in trained cyclists. J Appl Physiol (1985). 2019 Jan 1;126(1):51-59. doi: 10.1152/japplphysiol.01082.2017.
28. Raleigh JP, Giles MD, Islam H, Nelms M, Bentley RF, Jones JH, Neder JA, Boonstra K, Quadrilatero J, Simpson CA, Tschakovsky ME, Gurd BJ. Contribution of central and peripheral adaptations to changes in maximal oxygen uptake following 4 weeks of sprint interval training. Appl Physiol Nutr Metab. 2018 Oct;43(10):1059-1068. doi: 10.1139/apnm-2017-0864.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЫХ СПОРТСМЕНОВ И СПОРТСМЕНОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА

УДК 796.012:572

Д.А. Степаненко[1], Ю.В. Кириллов[1], В.И. Павлов[2], Н.М. Козлова[1], М.В. Гвинианидзе[2]

[1]ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России. Кафедра факультетской терапии.
[2]Государственное автономное учреждение здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы»

РЕЗЮМЕ

Известно, что паралимпийский спорт решает множество задач, связанных с сохранением здоровья и социализацией лиц с ограниченными возможностями. При этом некоторые категории паралимпийцев способны иметь уровень здоровья и показатели физического развития сопоставимые с представителями общей популяции здоровых лиц. В исследовании показано, что по ряду показателей физического развития, спортсмены, имеющие инвалидность по слуху (сурдомутизм) и занимающиеся спортивной борьбой, сопоставимы с представителями тех же видов спорта в общей популяции.

Ключевые слова: *паралимпийский спорт, спортсмены с ограниченными возможностями, сурдомутизм, спортивная борьба, физическое развитие.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PHYSICAL DEVELOPMENT AND FUNCTIONAL STATE OF HEALTHY ATHLETES AND PARALYMPIC ATHLETES WITH HEARING IMPAIRMENTS

D.A. Stepanenko[1], Y.V. Kirillov[1], V.I. Pavlov[2], N.M. Kozlova[1], M.V. Gvinianidze[2]

[1]FGBOU VO «Irkutsk State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation. Department of Faculty Therapy.
[2]State Autonomous Healthcare Institution of the city of Moscow «Moscow Scientific and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine of the Department of Health of the City of Moscow»

ABSTRACT

Paralympic sport is known to solve many problems related to the preservation of health and socialization of persons with disabilities. At the same time, some categories of paralympic athletes are able to have a level of health and physical fitness comparable to representatives of the general population of healthy individuals. In this regard, it is interesting to see how the achievements of a number of categories of persons with disabilities in relation to physical development indicators can be spread in comparison with representatives of the same sports in the general population.

Key words: *paralympic sport, athletes with disabilities, surdomutism, wrestling, physical fitness.*

ВВЕДЕНИЕ

Паралимпийский спорт является одним из основных средств социальной реабилитации, адаптации и интеграции в обществе инвалидов, формирования у них здорового образа жизни. Вовлечение инвалидов в занятия паралимпийским спортом, помимо повышения социального и духовно-нравственного потенциала, повышает уровень работоспособности и возможности самообслуживания этой группы населения.

Мировой опыт, научные исследования и повседневная практика убедительно показывают, что занятия спортом для инвалидов гораздо важнее, чем для не инвалидов, а их профессиональная, медицинская и социальная реабилитация без этих занятий не может быть достаточно эффективной [1 , 2].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнить уровень физического развития и функциональных возможностей здоровых спортсменов и спортсменов с ограниченными возможностями (паралимпийцев) с нарушениями слуха (сурдомутизм).

ЗАДАЧИ

1. Дать оценку индивидуальному здоровью спортсменов;
2. Изучить изменения показателей функционального развития здоровых спортсменов и спортсменов – инвалидов по слуху.
3. Проанализировать изменения физического развития здоровых спортсменов и спортсменов-инвалидов по слуху.
4. Оценить результаты адаптации сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку здоровых спортсменов и спортсменов-инвалидов по слуху.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании принимали участие 14 здоровых спортсменов и 14 спортсменов-инвалидов по слуху из отделения греко-римских борцов, и 16 студентов медицинского университета. Всего в исследовании принимали участие 44 человека [здесь и далее данные представлены в виде серединного значения: медианы (M) и центилей (25; 75)].

Таким образом, объектом исследования стали три группы юношей:

1. группа А: спортсмены-инвалиды по слуху занимающиеся греко-римской борьбой разряды не ниже 1, стаж тренировок не менее 3–5 лет;
2. группа В: контрольная группа – студенты ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России 4–6 курсов;
3. группа С: здоровые юноши-спортсмены, занимающиеся греко-римской борьбой разряды не ниже 1, стаж тренировок не менее 3–5 лет.

Серединное значение возраста (медиана – Me, далее – серединное значение) представителей группы А 20 лет (19,5; 22), серединное значение возраста группы В 18,5 лет (16; 23), серединная

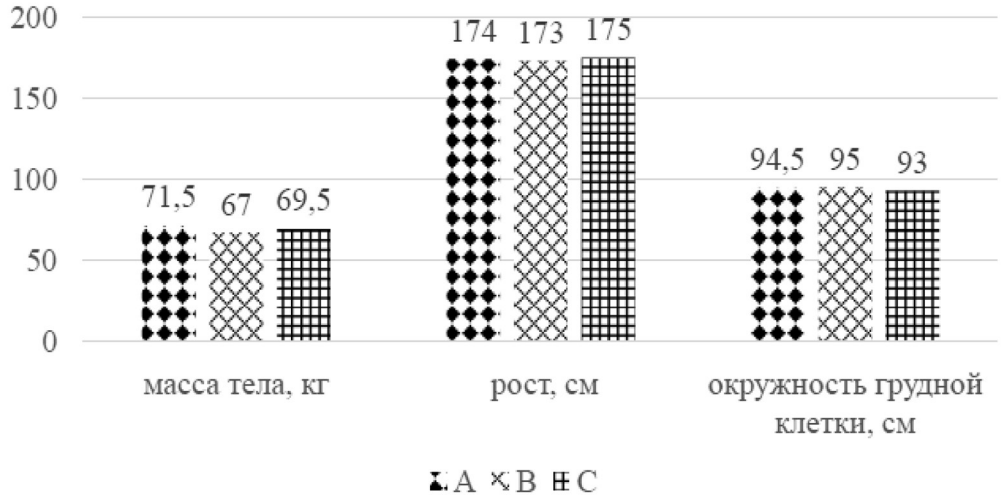


Рис. 1 – Оценка физического развития анализируемых групп (представлены средние значения показателей; центильные границы и комментарии в тексте) (*p < 0,05)

цифра возраста группы С 22 года (21:23). Достоверных различий по возрасту между группами не отмечалось.

Анализировали физическое развитие представителей всех трех групп [3 , 4 , 5].

Антропометрические измерения проводились согласно требованиям и рекомендациям НИИ Антропологии Московского государственного университета (1982) и включали определение параметров тела при помощи стандартизированного набора антропометрических инструментов. Измерения проводились по рекомендациям Э.Г. Мартиросова; В.Г. Николаева и соавт. [6].

Анализируемые показатели:

- возраст;
- масса тела;
- рост (длина тела);
- жизненная ёмкость легких (ЖЕЛ);
- кистевая динамометрия;
- окружность грудной клетки;
- индекс массы тела (ИМТ);
- силовой индекс (СВ) по результатам ручной или становой динамометрии), где СИ = сила кисти (кг) / масса тела (кг) * 100 %;
- жизненный индекс: определяется делением ЖЕЛ на массу тела - ЖИ = ЖЕЛ (мл) / масса тела (кг);
- индекс Пинье (ИП): показатель, характеризующий тип телосложения человека: ИП = Д - (М + О), где Д – длина тела стоя, М – масса тела, О – окружность грудной клетки;
- реакция сердечно-сосудистой системы на пробу с 20 приседаниями за 30 секунд (проба Мартине – Кушелевского).

Статистическая обработка проводилась с помощью программ Excel и StatSoft 2009. Рассчитывалась медиана (Me) и интерквартильный размах значения 25 и 75 центилей (LQ; UQ). Для оценки количественных и качественных признаков использовались критерии Уилкоксона и критерий Крускалла – Уоллиса (для независимых выборок).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе анализа исследуемых лиц, были вычислены их следующие антропометрические параметры:

Медиана массы тела группы А составила 71,5 кг (61,5; 79), группы В 67 кг (57,5; 80,5), группы С 69,5 кг (65,5; 80,6). Достоверных различий между группами по массе тела не зарегистрировано.

Серединное значение представителей группы А было 174 см (171,5; 179), медиана роста группы В 173 см (168; 181,5), медиана роста группы С 175 см (173; 178). Достоверных отличий между группами по длине тела не отмечено.

Серединное значение окружности грудной клетки у лиц группы А было равно 94,5 см (93,5; 102,5), медиана окружности грудной клетки у представителей группы В составила 95 см (87; 102,5), серединное значение окружности грудной клетки у индивидуумов группы С было 93 см (87; 99): различия были статистически значимы (p < 0,05) (рис. 1).

Таблица 1

Показатели жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ), силы правой кисти и силы левой кисти анализируемых групп

Показатель/ группа	A	B	C
ЖЕЛ, л***	4,4 [4; 4,6]	3,3 [3,1; 4,95]	4,7 [4,6; 5,1]
Сила правой кисти, кг**	45 [42; 52]	44 [40; 50]	50 [41; 58]
Сила левой кисти, кг	45,5 [40; 51,5]	42 [39; 47,5]	44 [41; 54]

Примечания: Норма ЖЕЛ для мужчин: 3,5–4,5 л; представлены средние значения показателей и центильные границы значения (25 и 75 центили) (**p < 0,01;***p < 0,001).

Достоверность различий зарегистрирована из-за более низких цифр окружности грудной клетки спортсменов-паралимпийцев, уступавших в этом отношении представителям первых двух групп.

Серединное значение ЖЕЛ (норма для мужчин: 3,5–4,5 л) у спортсменов-паралимпийцев группы А составило 4,4 л (4; 4,6), серединное значение ЖЕЛ здоровых лиц группы В – 3,3 л (3,1; 3,95), серединное значение ЖЕЛ спортсменов группы С – 4,7 л (4,6; 5,1). Различия оказались статистически значимы с высоким уровнем достоверности (p < 0,001) вследствие более низких значений ЖЕЛ у студентов, не являющихся спортсменами. При этом обращает на себя внимание тот факт, что медиана ЖЕЛ у спортсменов с ограниченными возможностями не сильно уступала серединному значению этого показателя у спортсменов в общей популяции.

Медиана показателей силы правой кисти (норма для мужчин: 45–50 кг) группы А – 45 кг (42; 52), серединное значение группы В – 44 кг (40; 50), серединное значение группы С – 50 кг (41; 58). Как и ожидалось, серединный показатель силы правой руки был выше у здоровых спортсменов. Однако спортсмены с ограниченными возможностями, уступая представителям группы С, превосходили по этому показателю представителей группы здоровых неспортсменов.

Медианные значения показателей силы левой кисти (норма для мужчин: 45 – 50 кг) составили для представителей группы А 45,5 кг (40; 51,5), для группы В 42 кг (39; 47,5), для группы С 44 кг (41; 54) и достоверно не различались. Обращает на себя внимание тенденция иметь более высокий показатель силы левой руки у спортсменов-паралимпийцев (табл. 1).

Медиана показателя ИМТ (норма: 18,5–24,9 кг/см2) у представителей группы А составила 23,1 кг/см2 (20,8; 25,3), у лиц группы В 22,5 кг/см2 (21,4; 24,6), у паралимпийцев группы С 24,5 кг/см2 (21,8; 25,0). В этом случае достоверных отличий между группами зарегистрировано не было. Следует отметить, что наличие высокого показателя ИМТ у спортсменов, в отличие от лиц, не занимающихся спортом, чаще всего является следствием большой мышечной массы, а не повышенного процента жира.

Серединный показатель силового индекса для правой руки (норма для мужчин: 65–80 %), представителей группы А составил 66,6 % (64,5; 70,7), группы В 64,3 % (59,4; 67,7), группы С 68,5 % (62,4; 67,5). Достоверность различий достигалась за счет более высоких значений силового индекса правой руки у здоровых спортсменов группы С. При этом силовой индекс правой руки спортсменов-паралимпийцев превышал этот показатель у здоровых неспортсменов.

Серединные значения силового индекса для левой руки (норма для мужчин: 65–80 %) группы А составили 62,8 % (60,9; 68,9), группы В 60,8 % (56,1; 65,5), группы С 63,6 % (60; 67,5), различия оказались статистически незначимы. Несмотря на отсутствие достоверности отличий, наблюдалась тенденция к превосходству значения этого показателя у спортсменов с ограниченными возможностями, в сравнении со здоровыми неспортсменами.

Серединный показатель жизненного индекса (норма для мужчин: 60–70 мл/кг) группы А составил 61,5 мл/кг (57,1; 73,4), группы В 47, 7 мл/кг (46,3; 60,3), группа С 63,6 мл/кг (60; 67,5), различия были статистически значимы за счет более низких значений жизненного индекса у здоровых

Таблица 2

Оценка индексов физического и функционального развития анализируемых групп

Показатель/группа	A	B	C
ИМТ, кг/м2	23,1 [20,8; 25,3]	22,5 [358; 445,5]	24,5 [21,8; 25]
Силовой индекс для правой руки, %*	66,6 [64,5; 70,7]	64,3 [59,4; 67,7]	68,5 [62,4; 67,5]
Силовой индекс для левой руки, %	62,8 [64,5; 70,7]	60,8 [56,1; 65,5]	63,6 [60; 67,5]
Жизненный индекс, мл/кг***	61,5 [57,1; 73,4]	47, 7 [46,3; 60,3]	63,6 [60; 67,5]
Индекс Пинье***	3,5 [-6; 13]	7,5 [-0,5; 14,5]	9 [2; 29]

Примечания: ИМТ – индекс массы тела.
Представлены средние значения показателей и центильные границы значения (25 и 75 центили) (p* < 0,05; p* < 0,001)

Таблица 3

Оценка реакции сердечно-сосудистой системы (ССС) на физическую нагрузку

Группа / Показатель	A	B	C
ЧСС, уд/мин	72 [72; 72]	72 [72; 78]	72 [72; 84]
САД, мм рт.ст*	115 [100; 120]	100 [100; 110]	120 [110; 125]
ДАД, мм рт.ст	70 [70; 80]	60 [60; 70]	70 [70; 80]

Примечания: ЧСС – частота сердечных сокращений; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.
Представлены средние значения показателей и центильные границы значения (25 и 75 центили) (p* < 0,05; p* < 0,001).

неспорстменов (группа B). Наибольшие значения этого показателя регистрировались у здоровых спортсменов группы C.

Серединный показатель индекса Пинье, характеризующий телосложение человека, рассчитываемый на основании определения соотношения роста, веса и обхвата груди (интерпретация: менее 10 – крепкое, 10–20 – нормальное, 21–25 – среднее, 26–35 – слабое, более 36 – очень слабое) у паралимпийцев (группа A) составил 3,5 (-6; 13), неспортсменов (группа B) 7,5 (-0,5; 14,5), спортсменов группы C 9 (2; 29). При этом наблюдалась статистическая значимость отличий. Таким образом, у всех исследуемых групп индекс Пинье не превышал 10 баллов, то есть телосложение характеризовалось как «крепкое». Однако наименьшие значения этого показателя, означающие большее соответствие телосложения спортивным нагрузкам, наблюдались у паралимпийцев (табл. 2).

Реакция на пробу Мартине оценивалась по следующим показателям: медиана пульса группы A составила 72 уд/мин (72; 72), группы B 72 уд/мин (72; 78), группы C 72 уд/мин (72; 84). Различия между группами были недостоверны.

Среднее значение систолического артериального давления (САД) группы A было 115 мм рт.ст. (100; 120), группы B 100 мм рт.ст. (100; 110), группы C 120 мм рт.ст. (110; 125). Межгрупповые различия оказались статистически значимы, с наиболее высокими значениями в группе здоровых спортсменов. Следует отметить, что, вероятно, данная тенденция связана с регулярными перегрузками и недовосстановлением у действующих спортсменов, что отражается склонностью к гипертензивным реакциям в видах спорта, тесно сопряженных с силовыми нагрузками, таких, как борьба.

Среднее значение диастолического артериального давления (ДАД) представителей группы A равнялось 70 мм рт.ст. (70; 80), группы B 60 мм рт.ст. (60; 70), группы C 70 мм рт.ст. (70; 80). Достоверных различий между группами не зарегистрировано (табл. 3).

Анализируя представленные показатели, следует помнить, что прямую характеристику здоровья

населения дают, именно, показатели физического развития. Физическое развитие это свойства организма, позволяющие определить возрастные особенности, запас физических сил и выносливость. На формирование физического развития оказывают влияние как медико – биологические, так и природно – климатические и социально – экономические факторы. На этом основании, можно сделать следующие выводы.

ВЫВОДЫ

1. Спортсмены-паралимпийцы по большинству показателей (жизненная ёмкость лёгких, сила правой кисти, индекс силы правой руки, индекс силы левой руки, жизненный индекс) физического развития и функционального состояния превосходят не занимающихся спортом здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту, но уступают спортсменам того же вида спорта.

2. Некоторые функциональные показатели спортсменов-паралимпийцев не имеют значительной разницы с показателями спортсменов общей популяции, а иногда и превосходят их (например, показатель силы кисти левой руки в нашем исследовании).

3. Согласно такому показателю как индекс Пинье, в нашем исследовании, спортсмены-паралимпийцы имеют более «крепкое» телосложение в сравнении не только с неспортменами, но и спортсменами в общей популяции.

4. Для спортсменов-паралимпийцев характерна более быстрая нормализация систолического артериального давления в нагрузочном тесте, схожая с неспортсменами, в отличие от спортсменов общей популяции, где динамика артериального давления замедлена, вероятно, в связи с бОльшими силовыми перегрузками и недостаточным восстановлением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Robert Diaz, Emily K Miller, Emily Kraus, Michael Fredericson. Impact of Adaptive Sports Participation on Quality of Life. Sports Med Arthrosc Rev. 2019 Jun;27(2):73-82. doi: 10.1097/JSA.0000000000000242
2. Zara Waldman DeLuca, Kristie Rupp. Physical Activity, Sports Participation, and Psychosocial Health in Adolescents With Hearing Loss. J Adolesc Health. 2022 Nov; 71(5):635-641. doi:10.1016/j.jadohealth.2022.05.011. Epub 2022 Jun 17.
3. Агаджанян Н.А., Смирнов В.М. Нормальная физиология. М.: 2009. - 520 с
4. Грекова А. Р. Антропометрия : учеб. пособие для вузов / А. Р. Грекова; Сиб. федерал. ун-т. - Красноярск : СФУ, 2011. - 123 с. : ил., табл. - Библиогр. в конце глав. - 100 экз. - ISBN 978-5-7638-2428-5. - Изд. № 2011-4999
5. Stratton J.A., Hagger G.D., Dixon K.M., Orme J.B. Anthropometric measurement. In: Hagger, M.S., and Chatzisarantis, N.L.D. (Eds.). Intrinsic Motivation and Self-Determination in Exercise and Sport. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004, pp. 39-58.
6. Мартиросов Э.Г., Руднев С.Г., Николаев Д.В. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе: учебное пособие для студентов вузов. М.: Физическая культура, 2010. 119 с. ISBN 978-5-9746-0124-8.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Контактное лицо: *Степаненко Дарья Анатольевна*, ассистент кафедры факультетской терапии ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, 1 ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, кафедра факультетской терапии; тел.: 8 904 112-12-04; e-mail: dasha.st.806@mail.ru.

Stepanenko D.A. Irkutsk State Medical University. 1, Krasnogo Vosstaniya street, Irkutsk, Russian Federation, 664003 Contact person: *Stepanenko Daria A.*, Assistant of the Chair of Faculty Therapy Irkutsk State Medical University, 1, Krasnogo Vosstaniya st., Irkutsk, Russian Federation, 664003, tel. 89041121204, e-mail:dasha.st.806@mail.ru.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ В СПОРТЕ ВЫСШИХ ДОСТИЖЕНИЙ

УДК 612.81-612.83

И.Н. Митин[1], К. С. Назаров[1], С. И. Баршак[1], Л. Р. Суфиянова[1], Ю.В. Корягина[2], С.М. Абуталимова[2], С.В. Нопин[2]

[1]ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» (Москва)

[2]ФГБУ «Северо-кавказский федеральный научно-клинический центр федерального медико-биологического агентства» (Ессентуки)

РЕЗЮМЕ

Анализ литературных источников, проведённый в рамках данной работы, показал, что в последние годы публикационная активность на тему применения магнитной стимуляции в спортивной практике возросла. Применение периферической магнитной стимуляции у спортсменов частично изучено в контексте лечения болевых синдромов и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Опубликованы единичные работы, посвященные применению периферической магнитной стимуляции с целью повышения работоспособности и увеличения мышечной силы.

Периферическая магнитная стимуляция представляется перспективным методом в контексте медико-биологического обеспечения и реабилитации спортсменов, в связи с чем необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Ключевые слова: *спорт высших достижений, периферическая магнитная стимуляция, болевой синдром, реабилитация.*

POSSIBILITIES OF USING PERIPHERAL MAGNETIC STIMULATION IN ELITE SPORT

I.N. Mitin[1], K.S. Nazarov[1], S.I. Barshak[1], L.R. Sufiyanova[1], Yu. V. Koryagina[2], S. M. Abutalimova[2], S. V. Nopin[2]

[1]Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of Federal Medical Biological Agency (Moscow, Russia)

[2]ФГБУ «North Causasus 1Federal Research and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency» (Yessentuki, Russia)

SUMMARY

The analysis of literary sources carried out within this work showed that in recent years the number of studies on the use of magnetic stimulation in sports has increased. Peripheral magnetic stimulation has been partially studied in the context of the treatment of pain syndromes and musculoskeletal disorders in elite athletes. Single papers on the use of peripheral magnetic stimulation to improve performance and increase muscle strength have been published.

Peripheral magnetic stimulation seems to be a promising method in the context of elite sport, and therefore further research in this direction is needed.

Ключевые слова: *elite athletes, peripheral magnetic stimulation (PMS), pain syndrome, rehabilitation.*

ВВЕДЕНИЕ

Магнитная стимуляция является высокоэффективным методом лечения, широко применяемым в клинической практике при терапии и реабилитации пациентов с патологией центральной и периферической нервной системы, опорно-двигательного аппарата, урологическими заболеваниями [1–3].

Периферическая магнитная стимуляция (далее – ПМС) представляет собой неинвазивный метод стимуляции различных отделов человеческого тела, исключая головной и спинной мозг. Стимулироваться могут периферические, черепно- и спинномозговые нервы, а также мышцы. Интенсивность биологического или лечебного действия ПМС повышается от постоянного к переменному

и пульсирующему воздействию магнитным полем [4–6]. Стимуляция возможна магнитным полем как небольшой интенсивности (20–100 мТл), так и высокой интенсивности (100–1400 мТл). Интенсивность магнитного поля по большей части зависит от характеристик магнитных индукторов или койлов, и в настоящее время опубликованы работы, где описано воздействие магнитным полем до 2 Тл [7–9].

Стимуляция периферических зон обычно проводится либо кольцевым (циркулярным) индуктором, либо 8-образным индуктором. Первый вариант чаще используется, когда необходимо простимулировать большие по площади участки с небольшой глубиной проникновения. Второй вариант позволяет проводить более глубокую и точечную стимуляцию структур нервно-мышечного аппарата [10].

Интерес к исследованиям и клиническому применению периферической стимуляции увеличился за последние три десятилетия. В последние годы публикуется также всё больше работ, посвященных изучению влияния транскраниального и периферического воздействия ритмического магнитного поля на функциональное состояние органов и систем у спортсменов [11, 12]. Большая часть работ посвящена изучению влияния магнитного поля на восстановление и повышение работоспособности спортсменов [13–15]. Варианты применения ПМС разнообразны: паравертебральное, сегментарное воздействие, а также изолированная стимуляция определенных мышц [16–18].

Применение периферической магнитной стимуляции для оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата у спортсменов

Исследование параметров вызванных моторных ответов (ВМО) при магнитной стимуляции периферических нервов позволяет провести оценку функционального состояния нервно-мышечного аппарата у спортсменов на разных этапах подготовки [19]. Возможно изучение особенностей возбудимости альфа-мотонейронов спинного мозга у спортсменов, определяемых направленностью тренировочного процесса [20].

Опубликован ряд работ, посвященных изучению процессов утомления у спортсменов с помощью методов магнитной стимуляции [21–23]. Наравне с проведением транскраниальной ритмической магнитной стимуляции все чаще используется метод периферической стимуляции нервно-мышечного аппарата [24]. Наиболее часто он применяется в контексте исследования функционального состояния нервно-мышечного аппарата нижних конечностей, так как транскраниальная стимуляция нижних конечностей сложна из-за глубокого залегания соответствующих нервных центров [25].

Применение периферической магнитной стимуляции для оптимизации гемодинамики спортсмена

Опубликован ряд работ, посвященных изучению влияния ритмической магнитной стимуляции на периферическую гемодинамику и тонус сосудистого русла спортсменов. Так, в работе ученых из НИИ Спорта (ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ», г. Москва) была проведена оценка динамики показателей периферического и центрального кровотока после месяца стимуляции четырехглавой мышцы бедра у спортсменов высокоинтенсивным магнитным полем. Авторы выявили снижение показателей частоты сердечных сокращений и минутного объема крови. Кроме того, было выявлено статистически значимое снижение эластического сопротивления артериальной системы [26].

Применение периферической магнитной стимуляции для повышения работоспособности и скоростно-силовых возможностей спортсменов

Применение периферической ритмической магнитной стимуляции в спортивной практике часто исследуется в работах, посвященных изучению повышения работоспособности атлетов.

Проведено исследование, в результатах которого отражено повышение силовых показателей мышц под воздействием курса, состоящего из 15 процедур периферической магнитной стимуляции [27]. Применение ритмической магнитной стимуляции у спортсменов во время выполнения упражнений в изокинетическом режиме позволило выявить повышение аэробных возможностей мышц за счет увеличения потребления кислорода при достижении порогов аэробного и анаэробного

обмена. Кроме того, было отмечено повышение силовых показателей исследуемых мышц без прироста мышечной массы [16].

Установлено, что высокочастотная ритмическая магнитная стимуляция периферических нервов может модулировать кортикомоторную возбудимость и вместе с тем способствовать развитию сложнокоординационных качеств у атлетов [28].

В 2017 году опубликована работа, посвященная изучению влияния магнитной стимуляции четырехглавых мышц бедра на кинематические характеристики движений ног велосипедистов. Авторы отметили, что после 10-дневного цикла тренировок на роботизированном биомеханическом комплексе в сочетании с действием пульсирующего магнитного поля у спортсменов повысились силовые возможности четырехглавой мышцы бедра, что положительно сказалось на кинематических характеристиках и биомеханике движений велосипедистов (увеличилась линейная и угловая скорость движения бедра и голени) [29].

Аналогичное исследование было проведено с участием спортсменов, специализирующихся в самбо. Авторы отметили снижение времени, необходимого для выполнения скоростно-силовых упражнений (броски манекена). Кроме того, анализ кинематических характеристик выполняемых движений показал уменьшение времени, необходимого для достижения максимального мышечного напряжения [30].

Группа ученых из Великолукской государственной академии физической культуры и спорта провела исследование, посвященное оценке влияния высокоинтенсивной магнитной стимуляции на силовые показатели икроножной мышцы на фоне ее произвольного сокращения у здоровых мужчин. Данные, полученные после 10 занятий на роботизированном комплексе, показали больший прирост максимального крутящего момента в основной группе в сравнении с контрольной. Также в группе, получавшей высокоинтенсивную электромагнитную стимуляцию, было выявлено повышение амплитуды Н-рефлекса. При этом статистически значимых изменений моторного ответа зарегистрировано не было [31].

Исследование влияния электромагнитной стимуляции спинного мозга на силовые возможности мышечного аппарата спортсменов было проведено в 2018 году также на базе Великолукской государственной академии физической культуры и спорта. В рамках научного исследования проводилась низкочастотная (3 Гц) стимуляция сегмента Th 11-Th 12 спинного мозга. Авторы выявили рост биоэлектрической активности икроножной и камбаловидной мышц, а также увеличение их силовых характеристик, оцениваемых по параметрам максимального крутящего момента [32].

Й. Сечи с соавторами сравнивали влияния периферической ритмической магнитной и электрической стимуляции на работоспособность спортсменов циклических видов спорта. Во время нагрузочного тестирования на велоэргометре у первой группы спортсменов проводилась электрическая стимуляция, а у второй группы – магнитная стимуляция четырехглавой мышцы бедра. В группе спортсменов, в которой проводилась периферическая ритмическая магнитная стимуляция, выявлены более высокие параметры показателей механической мощности. Кроме того, авторы отметили более длительное время выполнения циклических упражнений по сравнению с группой спортсменов, у которой проводилась электростимуляция [33].

Исследования, проведенные американскими учеными, показали, что воздействие магнитной стимуляции на четырехглавые мышцы бедра у спринтеров способствовали росту силовых показателей при выполнении физических упражнений преимущественно за счет увеличения энергетической емкости мышц [34].

Проверка гипотезы, заключающейся в том, что магнитная стимуляция в разном частотном диапазоне, адекватном для разных типов двигательных единиц, способна повысить эффективность силовой тренировки, стала основной целью исследования, проведенного учеными из ФГБОУ ВПО «РГУФКСМиТ» (г. Москва). Гипотеза проверялась на спортсменах с разной направленностью тренировочного процесса (велосипедисты BMX, прыгуны в длину с разбега). Магнитная стимуляция четырехглавых мышц бедра проводилась ежедневно в течение 10 дней. Прирост крутящего момента у велосипедистов составил до 90 %, а у прыгунов –

до 34 %. Авторы отметили, что стимуляция мышечного аппарата пульсирующим магнитным полем с частотой 60–70 Гц приводит к активации преимущественно быстрых мышечных волокон, сокращение которых обеспечивает скоростно-силовые качества выполняемых движений [35].

Изучая действие магнитного поля на мышечные волокна спортсменов, исследователи из Южной Кореи заключили, что необходимая частота стимуляции тем ниже, чем продолжительнее одиночное мышечное сокращение. Таким образом, у спортсменов, тренирующих выносливость с преобладанием медленных мышечных волокон, частота стимуляции, необходимая для возникновения гладкого тетануса, ниже, чем у спортсменов с преобладанием быстрых мышечных волокон, тренирующих скоростно-силовые качества. Однако авторы отметили, что для спортсменов, у которых преобладают промежуточные мышечные волокна, частота стимуляции также может быть небольшой, так как суперпозиция мышечного напряжения достигается за счет асинхронности процессов возбуждения мышечных волокон [36].

Применение периферической магнитной стимуляции для восстановления спортсменов после травм и хирургических вмешательств

Необходимо отметить ряд работ, в которых освещается применение периферической терапии импульсным магнитным полем при различных повреждениях опорно-двигательного аппарата, ассоциированных с действием систематических однонаправленных физических нагрузок. Низкочастотная магнитная стимуляция (5 Гц в минуту и ниже) способствует существенному уменьшению сухожильного рефлекса Гольджи, что может быть использовано для развития гибкости и увеличения суставной подвижности в реабилитации после травм и повреждений опорно-двигательного аппарата у спортсменов [37].

Исследования показали высокую эффективность магнитной стимуляции в послеоперационном периоде для повышения силы и гипертрофии мышечной ткани у спортсменов высокой квалификации [38].

Учеными из США разработан протокол применения периферической магнитной стимуляции у футболистов после пластики передней крестообразной связки. Зона стимуляции – коленный сустав на 4–6 день после операции. Используемый койл – «восьмерка». Протокол стимуляции: частота 10 Гц, длительность трейна 1,5 секунды, перерыв между трейнами 6 секунд, всего 3000 стимулов. Длительность процедуры – 25 минут. Интенсивность стимуляции подбиралась индивидуально по движению в коленном суставе. Курс – 15 процедур в течение 3 недель (5 процедур в неделю). Результаты поверхностной ЭМГ показали нарастание параметров биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата в динамике [39].

Применение периферической магнитной стимуляции в лечении болевых синдромов у спортсменов

Опубликовано несколько работ, посвященных применению периферической магнитной стимуляции у спортсменов разных видов спорта с миофасциальным болевым синдромом. Так, в работе итальянских ученых процедуры периферической магнитной стимуляции проводились 5 раз в неделю в течение 2 недель, продолжительность процедуры составляла 20 минут. Использовался циркулярный койл для лечения мышечных тяжей (центр койла размещался над наиболее болезненной областью) и койл «восьмерка» для триггерных точек. Частота стимуляции 20 Гц, 100 стимулов на трейн (5 секунд), всего 4000 стимулов на процедуру. Перерыв между трейнами – 25 секунд. Интенсивность подбиралась индивидуально на каждой процедуре – начиная с 15 % до 20–25%. Применяя протокол с вышеуказанными параметрами, авторы отметили нивелирование у испытуемых болевого синдрома, а также пришли к выводу, что эффективность периферической магнитной стимуляционной терапии сопоставима с чрескожной электронейростимуляцией. Однако, анализируя посттерапевтическое действие через 1 и 3 месяца, авторы отметили более длительную эффективность метода в отсроченном периоде в отличие от чрескожной электронейростимуляции [40].

В работе канадских ученых процедуры периферической магнитной стимуляции у спортсменов с миофасциальным болевым синдромом проводились каждый день на протяжении 10 дней.

Продолжительность процедуры составляла 15 минут. Использовался только циркулярный койл, который размещался над наиболее болезненными участками мышц. Частота стимуляции 25 Гц, 75 стимулов на трейн (8 секунд), всего 3000 стимулов на процедуру. Перерыв между трейнами 40 секунд. Интенсивность подбиралась индивидуально в каждой процедуре – начиная с 10 % до 20 %. В конце терапии авторы отметили полное нивелирование болевого синдрома у 87 % испытуемых [41].

Учеными из Египта опубликована работа, посвященная применению периферической магнитной стимуляции у теннисистов с диагнозом «плечевая травматическая плексопатия». Было проведено 10 процедур на протяжении 2 недель (5 дней в неделю). Зона воздействия – верхний край трапециевидной мышцы. Используемый койл – «восьмерка». Магнитная стимуляция проводилась в 2 этапа по разным протоколам:

- 1 протокол (анальгетический): частота 15 Гц, длительность трейна 10 секунд, длительность перерыва 20 секунд, всего 1050 стимулов (7 трейнов). Интенсивность стимуляции подбиралась индивидуально;
- 2 протокол (миостимулирующий): частота 3 Гц, длительность трейна 10 секунд, длительность перерыва 30 секунд, всего 1500 стимулов (50 трейнов). Интенсивность стимуляции составляла 70 %.

После курса процедур авторы отметили купирование болевого синдрома, восстановление мышечной силы, регрессирование пареза, положительную динамику электронейромиографических параметров (снижение латентности, повышение амплитуды моторного ответа, увеличение скорости распространения возбуждения по моторным волокнам подмышечного, срединного и кожно-мышечного нерва). Кроме того, было выявлено нарастание терапевтической эффективности в отсроченном периоде [42].

Исследование сочетанного применения периферической и транскраниальной магнитной стимуляции у прыгунов в воду с карпальным туннельным синдромом было проведено в США. Авторы разработали методику, согласно которой применялось периферическое воздействие – 4 процедуры в течение 2 месяцев, далее поддерживающая терапия каждые 6–8 недель. Использовался койл «восьмерка», частота 0,5 Гц, 400 стимулов на процедуру. Параллельно проводились сеансы транскраниальной магнитной стимуляции. Результаты исследования показали значительное снижение болевого синдрома, уменьшение сенсомоторных нарушений по параметрам стимуляционной электронейромиографии (Н-рефлекс, М-ответ) [43].

В другом исследовании изучалась эффективность применения периферической магнитной стимуляции у боксеров с острой болью в спине. Зона воздействия – наиболее болезненная область спины. Курс состоял из 10 процедур (5 процедур в неделю). Процедуры проводились с помощью койла «восьмерка». Протокол стимуляции: частота 20 Гц, длительность трейна – 5 секунд, перерыв между трейнами – 25 секунд, всего 4000 стимулов. Продолжительность стимуляции – 20 минут. Интенсивность стимуляции составляла 20 % в начале процедуры, затем увеличивалась на 5 % до максимально переносимого сокращения параспинальных мышц. В результате исследования авторы отметили уменьшение боли непосредственно после процедуры и восстановление функциональных возможностей опорно-двигательного аппарата. Авторы заключили, что эффект сохранялся и в отсроченном периоде [44].

Британскими учеными проведено исследование применения периферической магнитной стимуляции у спортсменов силовых видов спорта с хроническими болями в поясничном отделе позвоночника. Стимуляция проводилась в зоне L4–L5, использовался койл «восьмерка». Положение спортсмена во время процедуры – лежа на животе. Протокол стимуляции: частота 20 Гц, длительность трейна 10 секунд, перерыв между трейнами 30 секунд, всего 6000 стимулов. Длительность процедуры – 20 минут. Интенсивность стимуляции 35–40 %. Курс – 3 процедуры в течение 1 недели. В результате исследования авторы отметили уменьшение болевого синдрома сразу после процедуры и в отсроченном периоде, а также улучшение моторного контроля [27].

Аналогичное исследование было проведено у молодых спортсменов-футболистов с диагнозом «люмбалгия» на базе ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко (г. Москва). Однако отечественные исследователи применяли в своей работе низкочастотный протокол стимуляции (1–3 %).

Авторы отметили значительное снижение болевого синдрома практически у всех спортсменов, принявших участие в исследовании [45].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Периферическая магнитная стимуляция представляет собой неинвазивный метод воздействия на проводящие пути, корешки нервов и мышцы. С помощью этого метода возможно вызывать сокращения мышц и модулировать кортико-спинальную возбудимость. За счёт восходящих воздействий различного рода метод также позволяет модулировать возбудимость моторных зон головного мозга. Кроме того, с помощью ПМС возможно вызывать нейропластические эффекты в различных отделах нервной системы.

Анализ литературных источников показал, что за последние годы публикационная активность на тему применения магнитной стимуляции в спортивной практике возросла. Применение периферической магнитной стимуляции у спортсменов частично изучено в контексте лечения болевых синдромов и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Опубликованы единичные работы, посвященные применению периферической магнитной стимуляции с целью повышения работоспособности и увеличения мышечной силы, однако эти работы по большей части требуют проведения дальнейших исследований с целью понимания физиологии процессов, приводящих к полученным в этих исследованиях результатам. Работы, посвященные восстановлению нервно-мышечного аппарата спортсменов после интенсивных физических нагрузок с помощью периферической магнитной стимуляции, в настоящее время практически отсутствуют. Кроме того, малоизученными остаются меж- и внутримышечные координационные механизмы, а также параметры электроактивности нервно-мышечного аппарата и периферического кровотока при применении магнитной стимуляции для развития гибкости, силовых и координационных качеств, а также при восстановлении спортсменов после интенсивных физических нагрузок.

Таким образом, не вызывает сомнения необходимость системного изучения действия магнитного поля на биоэлектрические, гемодинамические и биомеханические параметры спортсменов. Разработка принципиально новых технологий применения периферической магнитной стимуляции в спортивной практике является актуальным и востребованным направлением в рамках медико-биологического обеспечения спорта высших достижений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barker A.T. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation//Journal of clinical neurophysiology. – 1991. – V. 8. – № 1. – P. 26–37.
2. Новикова, Е.С. Радиотерапия малыми дозами хронического болевого синдрома при специфических и неспецифических заболеваниях опорно-двигательного аппарата / Е.С. Новикова, И.Д. Розанов // Медицинский алфавит. – 2019. – Т. 1. – №. 2. – С. 58–58.
3. Lefaucheur J.-P., André-Obadia N., Antal A., Ayache S.S., Baeken C., Benninger D.H., Cantello R.M., Cincotta M., Carvalho M. de, De Ridder D., Devanne H., Di Lazzaro V., Filipović S.R., Hummel F.C., Jääskeläinen S.K., Kimiskidis V.K., Koch G., Langguth B., Nyffeler T., Oliviero A., Padberg F., Poulet E., Rossi S., Rossini P.M., Rothwell J.C., Schönfeldt-Lecuona C., Siebner H.R., Slotema C.W., Stagg C.J., Valls-Sole J., Ziemann U., Paulus W., Garcia-Larrea L. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)//Clinical Neurophysiology. – 2014. – V. 125. – №. 11, P. 2150–2206.
4. Зубовский, Д.К. Использование магнитотерапии в восстановлении и повышении работоспособности спортсменов / Д.К. Зубовский // Современные проблемы реабилитации и спортивной медицины: материалы Республиканской научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры медицинской реабилитации УО «ГрГМУ», 31 октября 2012 г. – Гродно. – 2012. – С. 52–58.
5. Актуальные вопросы применения магнитотерапии в педиатрии / Хан М.А., Иванов А.В., Рассулова М.А. и др. // Вестник восстановительной медицины. – 2015. – № 6. – С. 42–47.
6. Магнитотерапия. Теоретические основы и практическое применение / В.С. Улащик, А.С. Плетнев, Н.В. Войченко, С.В. Плетнев. — Минск: Беларуская навука, 2015. – 379 с.
7. Зубкова, С.М. Современные аспекты магнитотерапии / С.М. Зубкова // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. – 2004. – № 2. – С. 3–10.

8. Акылбекова, Т.К. Транскраниальная магнитная стимуляция при лечении эпилепсии / Т.К. Акылбекова // Школа Науки. – 2021. – № 5. – С. 24–29.
9. Ухов, Ю.И. Исследование реакции регуляторных систем на магнитный стимул с изменяющимися параметрами у здоровых лиц 18–19 лет / Ю.И. Ухов, О.В. Крапивникова, Н.С. Косицын // Наука молодых–Eruditio Juvenium. – 2013. – № 1. – С. 12–19.
10. Евстигнеев, В.В. Транскраниальная магнитная стимуляция в комплексной терапии эпилепсии / В.В. Евстигнеев, О.В. Кистень // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. – 2013. – Т. 7. – № 2. – С. 20–26.
11. Возможности применения метода транскраниальной магнитной стимуляции в лечении хронических болевых синдромов / Поспелова М.Л., Касумова А.А., Фионик О.В. и др. // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – №. 2. – С. 195–195.
12. Куташов, В.А. Применение транскраниальной магнитной стимуляции при комплексном лечении пациентов с ишемическим инсультом в позднем восстановительном периоде с лечебно-реабилитационных позиций / В.А. Куташов, О.В. Ульянова // Вестник физиотерапии и курортологии. – 2018. – Т. 24. – № 3. – С. 73–80.
13. Корчажкина, Н.Б. Сочетанное применение транскраниальной магнитотерапии бегущим реверсивным магнитным полем и синхронизированной офтальмохромотерапии для улучшения когнитивных способностей у спортсменов боевых видов с периферическими дистрофиями сетчатки / Н.Б. Корчажкина, В.В. Кацнельсон, А.В. Дракон // Кремлевская медицина. Клинический вестник. – 2018. – № 1. – С. 171–174.
14. Михеев, А. А. Влияние вибрационной тренировки в сочетании с общей магнитотерапией на функциональное состояние спортсменов / А.А. Михеев, Н.А. Михеев, Г.В. Антонов // Научные труды НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь / М-во спорта и туризма Респ. Беларусь и др.; под общ. ред. Н. Г. Кручинского. – Минск, 2012. – Вып. 11. – С. 160–165. – Библиогр.: с. 165.
15. Сафонов, Л.В. Комбинированное применение низкочастотной магнитотерапии и прессотерапии для повышения эффективности восстановления у высококвалифицированных спортсменов / Л.В. Сафонов // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 1. – С. 47–50.
16. Влияние магнитной стимуляции на аэробные возможности мышц / Попов Г.И., Малхасян Э.А., Маркарян В.С. и др. // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2013. – № 2. – С. 106–113.
17. Turi, Z. Selecting stimulation intensity in repetitive transcranial magnetic stimulation studies: A systematic review between 1991 and 2020 / Z. Turi, M. Lenz, W. Paulus // European Journal of Neuroscience. – 2021. – V. 53(10):3404-3415. DOI: 10.1111/ejn.15195.
18. Ланская, О.В. Особенности вызванных ответов скелетных мышц у представителей различных видов спорта при магнитной и электрической стимуляции центральных и периферических структур нервной системы / О.В. Ланская, Е.В. Ланская // Наука и спорт: современные тенденции. – 2017. – Т. 16. – № 3. – С. 39–46.
19. Place, N. Quantification of neuromuscular fatigue: what do we do wrong and why? / N. Place, G.Y. Millet // Sports medicine. – 2020. – V. 50(3):439-447. DOI: 10.1007/s40279-019-01203-9.
20. Ланская, О.В. Изучение уровня возбудимости кортикоспинальных и нервно-мышечных структур у представителей различных видов спорта / О.В. Ланская, Е.В. Ланская, Е.Ю. Андриянова // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 3. – С. 101–107.
21. Ковылин, М.М. Использование магнитной стимуляции для повышения силовых возможностей мышц опорно-двигательного аппарата велосипедистов / М.М. Ковылин, Э.А. Малхасян, В.С. Маркарян // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 11. – С. 12–24.
22. Pearce, A. J. Evidence of altered corticomotor inhibition in older adults with a history of repetitive neurotrauma. A transcranial magnetic stimulation study / A.J. Pearce, D.J. Kidgell, A.K. Frazer // Journal of the Neurological Sciences. – 2023. 453:120777. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jns.2023.120777.
23. Transcranial magnetic stimulation as a tool to investigate motor cortex excitability in sport / Moscatelli F., Messina A., Valenzano A. et al. // Brain Sciences. – 2021. – V. 11(4):432. DOI: 10.3390/brainsci11040432.
24. Billaut, F. Performance Kinetics During Repeated Sprints is Influenced by Knowledge of Task Endpoint and Associated Peripheral Fatigue / F. Billaut, M.R. Demers, A. Hibbert // International Journal of Exercise Science. – 2023. – V. 16(1):987-998.
25. Mehrsafar, A.H. Non-invasive brain stimulation in athletic competition / A.H. Mehrsafar, P. Gazerani // Apunts

Sports Medicine. – 2019. – V. 54(203). DOI: 10.1016/j.apunts.2019.07.002.

26. Ланская, Е.В. Применение магнитной стимуляции в области спортивных исследований / Е.В. Ланская // Актуальные проблемы профессионального педагогического и психологического образования. – 2017. – С. 60.
27. Беляев, А.Г. Влияние магнитной стимуляции на силовые возможности скелетных мышц: автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.03.01 / А.Г. Беляев– Смоленск, 2015. – 22 с.
28. Jia, Y. Modulation of the corticomotor excitability by repetitive peripheral magnetic stimulation on the median nerve in healthy subjects / Jia Y., Liu X., Wei J. et al. // Frontiers in Neural Circuits. – 2021. – V. 15:616084.
29. Гемодинамические и сосудистые эффекты при магнитной стимуляции мышц бедер / Орел В.Р., Попов Г.И., Малхасян Э.А. и др. // Научно-практический конгресс. – 2014. – С. 243.
30. Изменение кинематических характеристик движения ног велосипедистов под действием цикла магнитной стимуляции / Бажинов С.И., Груев Д.И., Малхасян Э.А. и др. // Фундаментальные и прикладные исследования физической культуры, спорта, олимпизма: традиции и инновации: материалы I Всероссийской научно-практической конференции. – 2017.– С. 328.
31. Городничев, Р.М. Влияние электромагнитной стимуляции на показатели мышечной силы / Р.М. Городничев // Физиология человека. – 2014. – Т. 40. – № 1. – С. 76–76.
32. Fujimura, K. Effects of repetitive peripheral magnetic stimulation on shoulder subluxations caused by stroke: A preliminary study / K. Fujimura, H. Kagaya, C. Endou // Neuromodulation: Technology at the Neural Interface. – 2020. – V. 23(6):847-851. DOI: 10.1111/ner.13064.
33. Szecsi, J. Comparison of the pedalling performance induced by magnetic and electrical stimulation cycle ergometry in able-bodied subjects / J. Szecsi, A. Straube, C. Fornusek // Med. Eng. Phys. 2014. – V. 36(4):484-9. DOI: 10.1016/j.medengphy.2013.09.010.
34. A novel technique for nonvolitional assessment of quadriceps muscle endurance in humans / E.B. Swallow, H.R. Gosker, K.A. Ward, A.J. Moore // Journal of applied physiology. – 2007. – V.103(3):739-46. DOI: 10.1152/japplphysiol.00025.2007.
35. Оценка лечебного потенциала ритмической магнитной стимуляции на уровне пояснично-крестцовых сегментов позвоночника у молодых спортсменов с болевым синдромом / Копачка М.М., Пилечева А.В., Трошина Е.М. и др. // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Т. 27. – № S5. – С. 12–13.
36. Биомеханические следствия воздействия магнитной стимуляции на мышцы спортсменов / Э.А. Малхасян, А.Ю. Вагин, В.С. Маркарян, Г.И. Попов // Биомеханика двигательных действий и биомеханический контроль в спорте. – 2014. – С. 54–59.
37. Zschorlich, V. R. Repetitive peripheral magnetic nerve stimulation (rPMS) as adjuvant therapy reduces skeletal muscle reflex activity / Zschorlich V.R., Hillebrecht M., Tanjour T. et al. // Frontiers in neurology. – 2019. – V. 10. – P. 930.
38. Abulhasan, J.F. Peripheral electrical and magnetic stimulation to augment resistance training / Abulhasan J. F., Rumble Y. L., Morgan E. R. et al. // Journal of Functional Morphology and Kinesiology. – 2016. – V. 1. – № 3. – P. 328–342.
39. Peripheral nerve injuries in sports-related surgery: presentation, evaluation, and management: AAOS exhibit selection / Maak T.G., Osei D., Delos D. et al. // JBJS. – 2012. – V. 94(16):e1211-10. DOI: 10.2106/JBJS.K.01448.
40. Repetitive magnetic stimulation a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome / Smania N., Corato E., Fiaschi A. et al. // Journal of neurology. – 2005. – V. 252(3):307-14. DOI: 10.1007/s00415-005-0642-1.
41. Beaulieu, L.D. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment / L.D. Beaulieu, C. Schneider // Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. – 2015. – V. 45. – №. 3. – P. 223–237.
42. Therapeutic effects of peripheral magnetic stimulation on traumatic brachial plexopathy: clinical and neurophysiological study / Khedr E.M., Ahmed M.A., Alkady E.A.M. et al. // Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology. – 2012. – V. 42(3):111-8. DOI: 10.1016/j.neucli.2011.11.003.
43. Krivickas, L.S. Peripheral nerve injuries in athletes: a case series of over 200 injuries / L.S. Krivickas, A.J. Wilbourn // Seminars in neurology. – 2000. V.20(2):225-32. DOI: 10.1055/s-2000-9832.
44. Understanding the consequences of repetitive subconcussive head impacts in sport: brain changes and dampened motor control are seen after boxing practice / Di Virgilio T. G., Ietswaart M., Wilson L., et al. // Frontiers in

human neuroscience. – 2019. – V.13:294. DOI: 10.3389/fnhum.2019.00294.

45. Блохина, В.Н. Применение ритмической периферической магнитной стимуляции (рПМС) / В.Н. Блохина, С.Г. Николаев, А.Н. Кузнецов, Э.Г. Меликян // Вестник Национального медико-хирургического Центра им. НИ Пирогова. – 2016. – Т. 11. – № 3. – С. 111–117.

REFERENCES

1. Barker AT. An introduction to the basic principles of magnetic nerve stimulation. J Clin Neurophysiol. 1991;8:26-37.
2. Novikova YeS, Rozanov ID. Radioterapiya malymi dozami khronicheskogo bolevogo sindroma pri spetsificheskikh i nespetsificheskikh zabolevaniyakh oporno-dvigatelnogo apparata. Meditsinskiy alfafit (Medical alphabet). 2019;1(2):58-58 (In Russian).
3. Lefaucheur JP, André-Obadia N, Antal A, Ayache SS, Baeken C, Benninger DH, Cantello RM, Cincotta M, de Carvalho M, De Ridder D, Devanne H, Di Lazzaro V, Filipović SR, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Kimiskidis VK, Koch G, Langguth B, Nyffeler T, Oliviero A, Padberg F, Poulet E, Rossi S, Rossini PM, Rothwell JC, Schönfeldt-Lecuona C, Siebner HR, Slotema CW, Stagg CJ, Valls-Sole J, Ziemann U, Paulus W, Garcia-Larrea L. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). Clin Neurophysiol. 2014 Nov;125(11):2150-2206. doi: 10.1016/j.clinph.2014.05.021. Epub 2014 Jun5. PMID: 25034472.
4. Zubovskiy DK. Ispolzovaniye magnitoterapii v vosstanovlenii i povyshenii rabotosposobnosti sortsmenov. (Materials of the conference «Sovremennyye problemy reabilitatsii i sportivnoy meditsiny»), Grodno, Belarus, 2012, 52–58 p.
5. Khan MA, Ivanov AV, Rassulova MA, Prikuls VF, Mikitchenko NA. Current issues of magnetotherapy in pediatrics. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2015;14(6):42–47 (in Russian).
6. Ulashchik VS. Magnetotherapy: theoretical foundations and practical application: Monography. Minsk; 2015. 379 p (in Russian).
7. Zubkova SM. Current aspects of magnetotherapy. Fiziother., bal'neol. i reabil. 2004; (2): 3–9 (in Russian).
8. Akylbekova TK. Transkranialnaya magnitnaya stimulyatsiya. Shkola nauki. 2021;(5):24-29 (in Russian).
9. Ukhov YI, Krapivnikova OV, Kositsyn NS. Research of reaction of regulatory systems on magnetic stimulant with changed parameters at healthy people of 18-19 years old Наука молодых–Eruditio Juvenium (Nauka Molodykh–Eruditio Juvenium).2013;(1):12–19 (in Russian).
10. Evstigneev VV, Kisten OV. Transcranial magnetic stimulation in complex therapy of epilepsy. Annaly Klinicheskoy i eksperimentalnoy nevrologii (Annals of Clinical and Experimental Neurology). 2013;7(2): 20–6 (In Russian).
11. Pospelova M, Kasumova AA, Fionik O, Alekseeva, TM, Samochernykh K, Krasnikova V. Possibilities of using the transcranial magnetic stimulation method in the treatment of chronic pain syndromes. Sovremennyye problem nauki i obrazovaniya (Modern Problems of Science and Education). 2021;(2):195–195 (in Russian).
12. Kutashov VA, Ulyanova OV. Primenenie transkranialnoн magnitnoн stimulyacii pri kompleksnom lechenii pacientov s ishemicheskim insultom v pozdnem vosstanovitel'nom periode s lechebno-reabilitacionnyh poziciy. Vestnik fizioterapii i kurortologii. 2018;3(24):73–81 (in Russian).
13. Korchazhkina NB, Katsnelson V, Dracon AV. Combined use of transcranial magnetotherapy by a running reversible magnetic field and synchronized ophthalmic chromotherapy to improve cognitive abilities in martial arts athletes with peripheral retinal degenerations. Kremlyovskaya meditsina. Klinicheskiy vestnik (Kremlin medicine journal. Journal of research and practice). 2018;(1):171–174 (in Russian).
14. Mikheev A, Volchkova O, Voronitskiĭ N. The influence of vibration training in combination with general magnetotherapy on dynamics of performance efficiency in athletes. Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoĭ fizicheskoĭ kultury. 2010;(5):24–27 (in Russian).
15. Safonov LV. Combined use of low-frequency magnetotherapy and pressure therapy to increase recovery efficiency in highly skilled athletes. Vestnik Sportivnoy Nauki (Sports Science Bulletin). 2014;(1):47–50.
16. Popov GI, Malkhasyan EA, Markaryan VS, Kalinin EM, Seluyanov VN. Influence of rhythmical magnetic stimulation as a way of increase in aerobic possibilities of muscles. Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 23. Antropologiya (Moscow University Anthropology Bulletin. Вестник Московского университета). 2013;(2):106–113 (in Russian).
17. Turi Z, Lenz M, Paulus W, Mittner M, Vlachos A. Selecting stimulation intensity in repetitive transcranial magnetic stimulation studies: A systematic review between 1991

and 2020. Eur J Neurosci. 2021 May;53(10):3404-3415. doi: 10.1111/ejn.15195. Epub 2021 Apr 10. PMID: 33754397.

18. Lanskaya OV, Lanskaya EV. Peculiarities of creative answers of skeletal muscles in representatives of various sports in magnetic and electric stimulation of central and peripheral structures of the nervous system. Nauka i sport: sovremennyye tendentsii (Science and Sport: Current Trends). 2017;16(3):39–46 (in Russian).
19. Place N, Millet GY. Quantification of Neuromuscular Fatigue: What Do We Do Wrong and Why? Sports Med. 2020 Mar;50(3):439-447. doi: 10.1007/s40279-019-01203-9. PMID: 31713783.
20. Lanskaya OV, Lanskaya EV, Andriyanova EYu. The study of level of excitability of corticospinal and neuromuscular structures from representatives of various sports. Ulyanovskiy Mediko-Biologicheskiy Zhurnal (Ulyanovsk Medico-Biological Journal). Ульяновский медико-биологический журнал. 2015;(3):101–107 (in Russian).
21. Kovylin MM, Malkhasyan EA, Markaryan VS, Popov GI, Fomin RN. (2011). Use of magnetic stimulation for increase of power capacities of cyclists' locomotor muscles. Teoriya i praktika vizicheskoy kultury (Theory and Practice of Physical Culture). 2011;(11):12–24 (in Russian).
22. Pearce AJ, Kidgell DJ, Frazer AK, Rist B, Tallent J. Evidence of altered corticomotor inhibition in older adults with a history of repetitive neurotrauma. A transcranial magnetic stimulation study. J Neurol Sci. 2023 Oct 15;453:120777. doi: 10.1016/j.jns.2023.120777. Epub 2023 Sep 1. PMID: 37677860.
23. Moscatelli F, Messina A, Valenzano A, Monda V, Salerno M, Sessa F, La Torre E, Tafuri D, Scarinci A, Perrella M, Marsala G, Monda M, Cibelli G, Porro C, Messina G. Transcranial Magnetic Stimulation as a Tool to Investigate Motor Cortex Excitability in Sport. Brain Sci. 2021 Mar 28;11(4):432. doi: 10.3390/brainsci11040432. PMID: 33800662; PMCID: PMC8065474.
24. Billaut F, Demers MR, Hibbert A. Performance Kinetics During Repeated Sprints is Influenced by Knowledge of Task Endpoint and Associated Peripheral Fatigue. Int J Exerc Sci. 2023 Aug 1;16(1):987-998. PMID: 37649870; PMCID: PMC10464754.
25. Mehrsafar AH, Rosa MAS, Zadeh AM, Gazerani P. A feasibility study of application and potential effects of a single session transcranial direct current stimulation (tDCS) on competitive anxiety, mood state, salivary levels of cortisol and alpha amylase in elite athletes under a real-world competition. Physiol Behav. 2020 Dec 1;227:113173. doi: 10.1016/j.physbeh.2020.113173. Epub 2020 Sep 18. PMID: 32956682.
26. Lanskaya EV. Primineniye magnitniy stimulyatsii v oblasti sportivnykh issledovaniy. Aktualnyye problem professionalnoto pedagogicheskogo i psikhologicheskogo obrazovaniya. 2017: 60 (in Russian).
27. Belyaev, A. G. Influence of magnetic stimulation on strength capacities of skeletal muscles: author. dis. ... candidate. Biol. Sciences. Smolensk, 2015, 23 p (in Russian).
28. Jia Y, Liu X, Wei J, Li D, Wang C, Wang X, Liu H. Modulation of the Corticomotor Excitability by Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation on the Median Nerve in Healthy Subjects. Front Neural Circuits. 2021 Mar 18;15:616084. doi: 10.3389/fncir.2021.616084. PMID: 33815069; PMCID: PMC8012681.
29. Orel VR, Popov GI, Malkhasyan EA, Kachalov AA, Markaryan VS. Gemodinamicheskie i sosudistye effekty pri magnitnoy stimulyatsii myshts beder. (Materials of the conference «Natsionalnyye programmy formirovaniya zdorovogo obraza zhizni»), Moscow; 2014 (in Russian).
30. Bazhinov SI, Gruev DI, Malhasyan EA. Izmenenie kinematicheskih kharakteristik dvizheniya nog velosipedistov pod dejstviem tsikla magnitnoj stimulyacii (Materials of the conference «Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya fizicheskoj kul'tury, sporta, olimpizma: tradicii i innovacii»), Moscow, 2017, 328 p (in Russian).
31. Gorodnichev R, Beljaev A, Pivovarova E, Shlyakhtov V. The effect of electromagnetic stimulation on the parameters of muscular strength. Fiziologiya cheloveka (Human Physiology). 2014;40(1):76–76 (in Russian).
32. Fujimura K, Kagaya H, Endou C, Ishihara A, Nishigaya K, Muroguchi K, Tanikawa H, Yamada M, Kanada Y, Saitoh E. Effects of Repetitive Peripheral Magnetic Stimulation on Shoulder Subluxations Caused by Stroke: A Preliminary Study. Neuromodulation. 2020 Aug;23(6):847-851. doi: 10.1111/ner.13064. Epub 2019 Nov 5. PMID: 32840021.
33. Szecsi J, Straube A, Fornusek C. Comparison of the pedalling performance induced by magnetic and electrical stimulation cycle ergometry in able-bodied subjects. Med Eng Phys. 2014 Apr;36(4):484–9. doi: 10.1016/j.medengphy.2013.09.010. Epub 2013 Oct 24. PMID: 24209389.
34. Swallow EB, Gosker HR, Ward KA, Moore AJ, Dayer MJ, Hopkinson NS, Schols AM, Moxham J, Polkey MI. A novel technique for nonvolitional assessment of quadriceps muscle endurance in humans. J Appl Physiol (1985). 2007 Sep;103(3):739–46. doi: 10.1152/japplphysi-

ol.00025.2007. Epub 2007 Jun 14. PMID: 17569771.
35. Kopachka MM, Pilcheva AV, Troshina EM. Otsenka lechebnogo potentsiala ritmicheskoy magnitniy stimulyatsii na orovne poyasnichno-kresttsovykh segmentov pozvonochnika u molodykh sportsmenov s bolevym sindromom. Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal (Russian Journal of Cardiology). 2022;27(5):12–13 (in Russian).
36. Malhasyan EA, Vagin AYu, Markaryan VS, Popov GI. Biomekhanicheskie sledstviya vozdejstviya magnitnoj stimulyacii na myshtsy sportsmenov. Biomekhanika dvigatelnyh dejstviy i biomekhanicheskiy kontrol v sporte, 2014, p. 54–59 (in Russian).
37. Zschorlich VR, Hillebrecht M, Tanjour T, Qi F, Behrendt F, Kirschstein T, Köhling R. Repetitive Peripheral Magnetic Nerve Stimulation (rPMS) as Adjuvant Therapy Reduces Skeletal Muscle Reflex Activity. Front Neurol. 2019 Aug 27;10:930. doi: 10.3389/fneur.2019.00930. PMID: 31507528; PMCID: PMC6718706.
38. Abulhasan JF, Rumble YLD, Morgan ER, Slatter WH, Grey MJ. Peripheral Electrical and Magnetic Stimulation to Augment Resistance Training. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2016; 1(3):328–342. https://doi.org/10.3390/jfmk1030328
39. Maak TG, Osei D, Delos D, Taylor S, Warren RF, Weiland AJ. Peripheral nerve injuries in sports-related surgery: presentation, evaluation, and management: AAOS exhibit selection. J Bone Joint Surg Am. 2012 Aug 15;94(16):e1211–10. doi: 10.2106/JBJS.K.01448. PMID: 22992827.
40. Smania N, Corato E, Fiaschi A, Pietropoli P, Aglioti SM, Tinazzi M. Repetitive magnetic stimulation: a novel therapeutic approach for myofascial pain syndrome. J Neurol. 2005 Mar;252(3):307–14. doi: 10.1007/s00415-005-0642-1. Epub 2005 Feb 23. PMID: 15726272.
41. Beaulieu LD, Schneider C. Repetitive peripheral magnetic stimulation to reduce pain or improve sensorimotor impairments: A literature review on parameters of application and afferents recruitment. Neurophysiol Clin. 2015 Sep;45(3):223-37. doi: 10.1016/j.neucli.2015.08.002. Epub 2015 Sep 9. PMID: 26363684.
42. Khedr EM, Ahmed MA, Alkady EA, Mostafa MG, Said HG. Therapeutic effects of peripheral magnetic stimulation on traumatic brachial plexopathy: clinical and neurophysiological study. Neurophysiol Clin. 2012 Apr;42(3):111–8. doi: 10.1016/j.neucli.2011.11.003. Epub 2011 Dec 7. PMID: 22500700.
43. Krivickas LS, Wilbourn AJ. Peripheral nerve injuries in athletes: a case series of over 200 injuries. Semin Neurol. 2000;20(2):225-32. doi: 10.1055/s-2000-9832. PMID: 10946743.
44. Di Virgilio TG, Ietswaart M, Wilson L, Donaldson DI, Hunter AM. Understanding the Consequences of Repetitive Subconcussive Head Impacts in Sport: Brain Changes and Dampened Motor Control Are Seen After Boxing Practice. Front Hum Neurosci. 2019 Sep 10;13:294. doi: 10.3389/fnhum.2019.00294. PMID: 31551732; PMCID: PMC6746992.
45. Blokhina VN, Nikolaev SG, Kuznetsov AN, Melikyan EG. Using of repetitive peripheral magnetic stimulation (rPMS). Vestnik natsionalnogo mediko-khirurgichescogo tsentra im. N.I. Pirogova (Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center). 2016;11(3):111-117 (in Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Сергей Игоревич Баршак – медицинский психолог отдела медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ, адрес: г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, тел.: +7 915 405-55-47, e-mail: sergeybarshak@gmail.com (ответственный за переписку); *Игорь Николаевич Митин* – к. м. н., ведущий научный сотрудник организационно-исследовательского отдела, адрес: г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, тел.: +7 919 100-20-57, e-mail: pino4t@list.ru; *Кирилл Сергеевич Назаров* – психолог отдела медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ, адрес: г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, тел.: +7 905 164-72-68, e-mail: themourningcomes@gmail.com; *Лилиана Рашидовна Суфиянова* – медицинский психолог отдела медико-психологического обеспечения спортивных сборных команд РФ, адрес: г. Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5, тел.: +7 903 504-85-33, e-mail: icy0pin@gmail.com; *Ю.В. Корягина* – д. б. н., руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, адрес: Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, 24, тел.: +7 906 471-14-05, e-mail: nauka@skfmba.ru; *С.М. Абуталимова* – к. м. н., старший научный сотрудник, адрес: Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, 24, тел.: +7 928 302-50-06, e-mail: s.abutalimova@skfmba.ru; *С.В. Нопин* – к. т. н., ведущий научный сотрудник, адрес: Ставропольский край, г. Ессентуки, ул. Советская, 24, тел.: +7 903 419-63-60, e-mail: work800@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРНОГО И ТЕРАГЕРЦЕВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ ПРИ ОСТРОМ НАРУШЕНИИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

УДК: (535.14+535.15+615.8) 616.8

[1]А.С. Реуков, [3]М.Д. Дидур, [1]А.О. Конради, [1]В.С. Морошкин, [1]А.П. Преснухина, [2]Н.В. Тохтиева

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А.Алмазова» МЗ РФ (Санкт-Петербург)

[2]ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н. И. Пирогова МЗ РФ

[3] ФГБУН Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук (Санкт-Петербург)

РЕЗЮМЕ

В обзоре представлены данные экспериментальных исследований и клинического применения инфракрасного и терагерцевого вида излучений.

Приведены данные о использовании данного вида излучений у больных в остром периоде ишемического инсульта.

Конфликт интересов. Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов.

Ключевые слова: *ишемический инсульт, терагерцевое излучение, бесконтактная инфракрасно-терагерцевая рефлексотерапия.*

NON-CONTACT INFRARED-TERAHERTZ REFLEXOTHERAPY IN THE PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE

[1]A.S. Reukov, [3]M.D. Didur, [1]A. O. Konradi, [1]A.P. Presnukhina, [2]N. V. Tohtieva

[1]Federal State Budgetary Institution «Almazov National Medical Research Centre» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Peterburg, Russian Federation

[2]Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Russian National Research Medical University named after. N. I. Pirogova» Ministry of Health of the Russian Federation

[3]Institute of Human Brain named after. N.P. Bekhtereva Russian Academy of Sciences

SUMMARY

The development of the device for non-contact infrared-terahertz reflexotherapy "IK-Dipol" and the methodology for its use in the patients in the acute period of ischemic stroke are presented in chronological order.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest

Key words: *ischemic stroke, terahertz radiation, non-contact infrared-terahertz reflexotherapy.*

Свет в лечебных целях использовался с древнейших времен. Старинные индийские медицинские трактаты содержат рекомендации такого лечения [1]. Однако первым врачом, применившим искусственный концентрированный свет для лечения, считается датский учёный Нильс Финзен, опубликовавший в 1893 и 1896 годах две монографии по этой теме [2]. Работы Финзена в этой области были удостоены Нобелевской премии за 1903 год. Инфракрасные лучи были открыты выдающимся английским астрономом Вильямом Гершелем 11 февраля 1800 года [3]. Инфракрасным (ИК) принято называть электромагнитное излучение с длиной волны от 0,7 до 300 микрометров (мкм). При этом к диапазону дальнего инфракрасного и терагерцевого излучения (ИКТИ) относят ИК-излучение с длиной волны от 10 до 1000 мкм, соответственно, с частотой от 300 ГГц до 30 ТГц. В связи с этими данными [4] для его однозначной характеристики необходимо указывать или определённую частоту, или длину волны.

Становление применения ИК лазерного излучения как лечебного физического фактора (ЛФФ)

сопровождалось разработкой аппаратуры, совершенствованием методик для экспериментальных исследований и клинического применения. Важным моментом использования данного ЛФФ в практической деятельности являлась отработка экспериментальных и клинических подходов с позиций доказательной медицины и их эффективности. Разработка нормативов для безопасного применения данного метода и регламентирование соответствующей юридической и правовой основы в медицине продолжается уже несколько десятилетий.

Термин «лазер» является транслитерацией английской аббревиатуры LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (усиление света посредством стимулированной эмиссии излучения) и принадлежит одному из создателей лазера, американскому физику Гордону Гульду [5].

Практическая разработка лазеров началась именно с попытки создания инфракрасного лазера в 1957 году, однако серьёзные технические трудности, с которыми столкнулись учёные, вынудили их заняться разработкой лазера в диапазоне видимых лучей. Первый такой лазер был создан в 1960 г. Он излучал видимый красный свет длиной волны 694 нанометра (нм). Позже в том же году был создан и первый инфракрасный лазер. Однако долгое время технический прогресс лазерной техники в этом диапазоне сдерживался существенными технологическими трудностями [6].

Приоритет освоения терагерцевого диапазона принадлежит советским и российским учёным. Так, ещё в конце XIX в. известный русский физик П.Н. Лебедев впервые получил генерацию электромагнитных волн в 3 мм диапазоне и даже провёл измерения коэффициентов двойного лучепреломления кристаллов серы для этих волн. В 1901 году в своём докладе он указал, что волны с длиной волны от 3 мм до 0,1 мм соответствуют молекулярным колебаниям материи [7].

Огромный вклад в изучение терагерцевого излучения внесла и фактически «закрыла» так называемую терагерцевую щель профессор МГУ Александра Андреевна Глаголева-Аркадьева. Работа «Short electromagnetic waves of wave-length up to 82 microns» была опубликована ею в журнале Nature в 1924 году. В то же время впервые была создана конструкция генератора терагерцевого излучения, которая оказалась очень удачной, и эти генераторы использовались для возбуждения терагерцевого излучения даже в 70-е годы прошлого столетия, о чём имеются публикации в журнале Physical Review за те годы. По её данным, терагерцевое излучение обладало как свойствами радиоволны, так и света в зависимости от частоты [8]. Излучение с частотой выше 430 терагерц (ТГц) принадлежит красным лучам видимого спектра. Частотные значения ИК-излучения находятся в пределах от 1 до 430 ТГц (1 терагерц = 1012 Гц) и, соответственно, с длиной волны от 0,7 до 300 мкм. Отсюда и название «инфракрасные лучи», то есть лучи, имеющие частоту ниже частоты видимого красного цвета. Существует не менее 5 классификаций диапазона инфракрасного излучения, в связи с этим для его однозначной характеристики необходимо указывать определённую частоту или длину волны излучения. Диапазоны инфракрасного и микроволнового излучений частично перекрываются так называемым терагерцевым излучением, к которому относят излучение субмиллиметрового диапазона с длиной волны от 100 до 1000 мкм (0,1–1 мм) и, соответственно, с частотой от 3 до 0,3 ТГц. Отсюда и происходит второе название этого вида электромагнитного излучения – терагерцевое [9]. Оба термина – «субмиллиметровый» и «терагерцевый» – чаще используют как синонимы, хотя терагерцевым обозначают иногда более широкий диапазон излучения – от 0,03 мм до 3 мм [10]. Например, в словаре медицинских терминов Национальной медицинской библиотеки США (National Library of Medicine) Medical Subject Headings (MeSH) для термина «Terahertz Radiation» приводится частотный интервал от 10 терагерц (ТГц) до 100 гегагерц (ГГц), что соответствует длине волны от 0,03 мм до 3 мм [11, 12]. В литературе также встречается термин «субтерагерцевые частоты». Следует отметить, что терагерцевый и субтерагерцевый диапазоны частот электромагнитного спектра устраняют разрыв между микроволнами и инфракрасными волнами.

Способность терагерцевой частоты проникать сквозь диэлектрики (керамика, бумага, бетон, пластик) и отражаться от металлов находит применение в спектроскопии и в формировании изображений. Терагерцевая спектроскопия поглощения

и отражения рассматривается в основном для построения форм и изображения биологических и других объектов и является в настоящее время перспективным направлением использования в производстве медицинской техники (рентгеновские аппараты, томографы), полупроводников и средств обеспечения безопасности.

Терагерцевое излучение относится к неионизирующим и вследствие этого считается более безопасным для исследований in vivo. В особенности это относится к низким терагерцевым частотам. Энергия фотона при таком излучении ниже не только потенциала ионизации (энергия ионизации является одной из главных характеристик атома, от которой в значительной степени зависят природа и прочность образуемых атомом химических связей, а также восстановительные свойства соответствующего простого вещества), но и показателя kT [13]. Известно, что этот показатель используется в физике как масштабный множитель для вычисления значения кванта энергии в системах на молекулярном уровне. Энергии кванта достаточно для воздействия на водородные связи в сложноорганизованных макромолекулах или в спонтанных агрегациях молекул воды. Эта энергия не может вызвать существенное повышение интенсивности теплового движения и не вызывает химических реакций. Следует также отметить, что ТГц-волны не способны воздействовать на внешние электронные оболочки атомов в сложных молекулах, вызывать их ионизацию и образование свободных радикалов [14]. Общий эффект облучения биологических объектов, как правило, учитывается в зависимости как от параметров самого облучения (общая доза, длительность, мощность, частотный диапазон, импульсный – непрерывный – режим, частота повторения импульсов), так и от свойств объекта (степень гидратации, активность процессов регенерации и репарации, механизмы регуляции микроциркуляции). Безопасность на этом фоне применения ТГц-диапазона рассматривается в получении положительного эффекта при отсутствии побочных явлений на разных уровнях (клеточном, тканевом, культуры бактерий, микрофлоры). Вследствие низкой квантовой энергии фотонов терагерцевое излучение рассматривается как безопасное.

С 2009 года эти утверждения начали ставиться под сомнение вследствие накопления данных о различных биологических эффектах, прежде всего о так называемом терагерцевом «влиянии на водородные связи», якобы проявляющихся на всех уровнях биологической организации изучаемых объектов [15]. Но большинство исследователей сходятся на том, что основная часть поглощённого живыми тканями терагерцевых частот (ТГЧ) излучения приходится на молекулы воды. Это происходит благодаря тому, что молекулы воды образуют максимальное количество водородных связей, как между собой, так и с многочисленными растворёнными и гидратированными соединениями. И в данном случае это можно рассматривать как физиологическую реакцию. Изучение безопасных параметров пороговых уровней ТГЧ-диапазона происходит in vivo и in vitro. С появлением методов математического моделирования безопасность и опасность влияния ТГЧ-излучения на биологические системы стала изучаться также с помощью этих подходов [16,17].

Следует отметить, что Американским национальным стандартом (ANSI Z136.1–2007, American National Standard for Safe Use of Lasers) и стандартом Европейского Парламента и Союза [18] порог плотности мощности терагерцевого излучения был установлен на уровне 0,3 Вт/см2 при длительности не более 10 секунд. В то же время институт инженеров по электротехнике и электронике IEEE предел плотности мощности терагерцевого излучения определил уже на уровне 0,01 Вт/см2 (IEEE C95.1–2005, IEEE Standard for Safety Levels With Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 kHz to 300 GHz). Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (в редакции предписания от 1997 года) было отмечено, что широкополосное излучение с длиной волны 100 нм – 1 мм (с частотой от 100 до 0,3 ТГц) не представляет практического значенияти пороги для него не были установлены. Через некоторое время пороговое значение мощности терагерцевого излучения было увеличено от первоначального до 1,19 Вт/см2 [19–21]. В России ГОСТ Р 50723-94 «Лазерная безопасность» был принят в конце 1994 года, когда техника с ультракороткой длительностью импульсов

ещё не получила достаточного развития. Поэтому в стандарте нет упоминания о безопасных нормах для воздействия экспозиций ниже 10 секунд.

Необходимо отметить, что эффекты, вызываемые непрерывным облучением, невозможно экстраполировать на модели импульсного воздействия. Поэтому на данном этапе развития терагерцевой техники в отношении безопасных уровней энергии стоит опираться на исследования, которые выполняются в разных лабораториях мира, несмотря на их разрозненность, обусловленную различными параметрами ТГЧ-источников. Проводить параллель между полученными результатами от непрерывных источников для излучения одной частоты и широкополосным излучением импульсного источника, содержащего такую же частоту, совершенно неоправданно. Следовательно, данные результаты нельзя использовать в качестве безопасных порогов терагерцевого облучения живых тканей человека.

Полученные мощности значительно превышают используемые как в ТГЧ-технике, так и в имеющихся стандартах безопасности. В настоящее время мощность импульсных терагерцево-частотных систем (ТГЧ-систем) не превышает 1 милливатта (мВт). Однако с развитием методов ТГЧ-генерации этот предел может быть преодолён, и создание норм для стандартов безопасности, вероятно, должно основываться на оценке порога повреждения при воздействии довольно мощного излучения. Поэтому основные усилия исследователей должны быть направлены на определение верхнего порога допустимых значений при ТГЧ-облучении.

Следует остановиться на имеющихся данных воздействия ТГЦ-облучения на биологические объекты. Идея о «возможности специфического воздействия электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн на биологические структуры и организмы» впервые была высказана в начале 60-х годов 20 века советским учёным, членом-корреспондентом АН СССР Н.Д. Девятковым [22]. Лампы обратной волны дали возможность начать работы в нетрадиционном для радиоэлектроники направлении – в биологии и медицине». Первые очень интересные результаты экспериментов, поставленных по предложению Н.Д. Девяткова и М.Б. Голанта, были получены в 1965 году, когда был установлен резонансный отклик живых биологических объектов при воздействии на них дискретными волнами миллиметрового диапазона, как наиболее близкими к терагерцевым. Практически одновременно с ними Казначеевым В.П. с соавт. (1968) было открыто не менее интересное явление межклеточных дистантных электромагнитных взаимодействий в системе двух тканевых структур [23]. Предпосылка экспериментов заключалась в том, что функциональное состояние клетки, подвергнутой воздействию различных факторов внешней среды, кодируется в электромагнитном излучении, возникающем в процессе её жизнедеятельности. По мнению Бецкого О.В. (1992), в условиях отсутствия мощных естественных источников излучения в миллиметровом диапазоне природа могла использовать этот «беспомеховый» диапазон для целей управления основными физиологическими функциями и информационной связи между клетками живых объектов [24].

Предпосылками расчёта частотных показателей и их первоисточников как основного природного колебательного ритма занимались многие исследователи. В 1992 году Чечельницкий А.М. [25] высказал предположение, что волновые процессы в солнечной системе образуют единую систему бесконечной вереницы природных колебаний. Другой подход в 1998 году предложили астрофизики Frolov V.P., Novikov I.D. [26], которые выдвинули гипотезу о «существовании единого спектра пространственно-временной косморитмобиоритмики», где ведущим звеном подразумевалось ядро пульсирующей Вселенной. Было высказано предположение, что за целостность природных объектов ответственны силы гравитации, которые организуют все процессы в единый спектр, включая временные колебания в биологических процессах на клеточном, органном и организменных уровнях [27].

До настоящего времени нет единого мнения об источнике природных ритмов. По мнению Сазеевой Н.Н. (2009), таким источником является электромагнитное излучение невозбужденного атомарного водорода [28]. Известно, что атомарный водород в невозбужденном состоянии излучает электромагнитные волны с частотой 1420 МГц и

длиной волны 21 см. Возникли естественные вопросы: какое значение для жизни может иметь реакция на электромагнитное излучение, которое в окружающей природе практически отсутствует, а если существует такая реакция, то каковы особенности её проявления в живом организме [29].

Идея о чувствительности биологических объектов к слабым электромагнитным полям получила косвенное теоретическое подтверждение в работе известного физика Frohlich H. (1968) [30]. Основной вывод из этой работы сводился к тому, что отдельные участки плазматической мембраны живой клетки находятся в возбужденном колебательном состоянии в диапазоне частот порядка 1011–1012 Гц, что по современной классификации соответствует крайне высокочастотному диапазону. Мощность этих электромагнитных колебаний, излучаемых электрическими диполями плазматических мембран клетки, равна примерно 10–23 Вт в узкой полосе частот. Для живых клеток столь низкая величина мощности является значимой величиной, поэтому клетки, в соответствии с принципом взаимности, должны быть чувствительными к внешним излучениям с мощностью такого же порядка величин [31, 32].

Первые результаты экспериментов, поставленных по предложению Девяткова Н.Д. и Голанта М.Б., были получены в 1965 году, когда был установлен резонансный отклик живых биологических объектов при воздействии на них дискретными волнами миллиметрового диапазона [33]. Резонансные отклики были первыми наиболее интригующими проявлениями микроволнового воздействия. В 1968 году Frohlich H. одним из первых предсказал терагерцево-частотный (ТГЧ) клеточный резонанс [34]. В России Pakhomov A. et al. (1998) также проводили исследования в области резонанса. Суть полученного ими при этом явления резонанса была в виде многократного усиления эффекта от воздействия на объект при совпадении частоты внешнего воздействия с собственной частотой объекта. По их мнению, выявить и усилить с помощью резонанса можно лишь те свойства объекта, которые в нём уже существуют. При этом воздействия отнюдь не должны быть интенсивными и энергетически мощными. Использование коррекции функций организма при воздействии электромагнитных излучений строго определённых параметров, с которыми структуры организма входят в резонанс, получило название биорезонансной терапии [35]. Многими исследователями осуществлялся экспериментальный поиск биоэффективных частот и предпринимались попытки объяснения физических механизмов их существования и с каким видом колебаний они взаимодействуют в живых системах. Лишь в редких случаях исследователи имели основания сослаться на возможный резонанс между колебаниями параметров внешнего электромагнитного поля (ЭМП) и собственными колебаниями тканей биологических объектов [36–38]. В то же время в литературе по физиотерапии начиная со времен Щербака А. Е. довольно часто упоминается резонансный механизм поглощения и действия ЛФФ, причём настолько регулярно, что многие физиотерапевты считают его твёрдо установленным фактом [39]. Между тем имеются только отдельные экспериментальные исследования, косвенно подтверждающие участие резонансных явлений в действии ЛФФ на организм. На самом же деле проблема биологического резонанса (и не только в физиотерапии, но и в целом) далека пока от решения, ещё даже чётко не сформулирована и мало обсуждалась на страницах журналов и книг по физиотерапии.

В физиотерапии более реальной, по сравнению с биорезонансным подходом, является биосинхронизация, впервые обоснованная и рассмотренная в ряде работ [40]. Термин «биосинхронизация» означает согласование режима воздействия физическим фактором с ритмом того или иного физиологического процесса. Биорезонансным поглощением энергии ЛФФ пытаются объяснить многие физиологические и лечебные эффекты электромагнитного излучения (ЭМИ) оптического диапазона. Так, избирательное (резонансное) поглощение видимого излучения обусловлено совпадением длин волн спектра излучения и спектра поглощения биологических молекул. Красный свет поглощается молекулами ДНК, цитохромоксидазы, цитохрома С, супероксиддисмутазы и каталазы. Зелёный свет избирательно поглощается индоламинами и флавопротеидами, а синий – молекулами пиридиннуклеотидов и гематопорфирина. Ультрафиолетовое

излучение преимущественно поглощается белками, содержащими в своём составе ароматические аминокислоты, нуклеиновыми кислотами и другими молекулами, спектр поглощения которых лежит в ультрафиолетовой области. То же самое можно сказать и о лазерном излучении, так как в поглощении его, наряду с другими, важную роль играет и резонансный механизм. По мнению ряда исследователей, последствием избирательного поглощения в зависимости от энергии кванта излучения могут быть различные фотофизические и фотохимические процессы [41, 42].

Понятие о собственных частотах явилось ещё одной из теоретических предпосылок для разработки и подтверждения на практике эффекта биорезонанса. В 1929 году Berger H. зарегистрировал электромагнитные волны, излучаемые мозгом человека [43]. В дальнейшем исследованиями российских учёных было установлено, что все органы животных и человека излучают электромагнитные волны, как и организм в целом (44). Любые природные объекты, состоящие из атомов, молекул, колеблются (вибрируют). Максимальную частоту колебаний имеют мельчайшие частицы материи. С ростом массы и сложности объекта частота колебаний снижается. Уникальность ЭМИ с частотой 30 ГГц–10 ТГц заключается в том, что этот диапазон, задерживаясь в плотных слоях атмосферы, не действует из космоса на биообъекты, чем обусловлено отсутствие адаптации к нему. В то же время живые организмы сами генерируют микроволны и применяют этот «беспомеховый диапазон» в процессе межклеточных взаимодействий [45]. Отличительной особенностью ЭМИ данного диапазона частот является содержание в нём частотных молекулярных спектров излучения и поглощения (МСИП) различных эндогенных биорегуляторов (молекул-метаболитов): NO, O2, H2O, CO2, CO, OH– и других, а также частот межуровневых переходов больших органических молекул – ДНК, белка и других, – что гипотетически должно повышать эффективность корригирующего воздействия от его применения [46].

Первая публикация Naeser M.A. et al., описывающая результаты использования инфракрасного лазера при инсульте, датируется 1995 годом [47]. Эти исследователи методом инфракрасной лазерной акупунктуры лечили разрушительные последствия инсульта в виде гемиплегий. С этой целью ими применялся GaAs-диодный инфракрасный лазер с длиной волны 780 нм и мощностью 20 мВт.

Первая работа по транскраниальной инфракрасной лазерной терапии (ТИКЛТ) инсульта выполнена в 2004 году группой учёных Калифорнийского университета (США), изучавшей влияние облучения в инфракрасном диапазоне головы кроликов с экспериментальным инсультом [48].

Двумя годами позже были опубликованы работы по лечебному применению инфракрасного лазерного излучения уже у крыс с экспериментальным инсультом [49].

Следующий 2007 год ознаменовался двумя важными публикациями. Первая из них была посвящена результатам отработки оптимальной методики транскраниальной инфракрасной лазерной терапии (ТИКЛТ) при экспериментальном инсульте у крыс, вторая – у кроликов [50,51].

Вторая статья содержала результаты первого клинического испытания ТИКЛТ «NEST–1» [52]. В 2008 г. вышла статья с результатами экспериментального исследования совместного применения ТИКЛТ и тромболитической терапии при остром инсульте [53].

В 2009 году были опубликованы результаты второго клинического испытания ТИКЛТ при инсульте (NEST–2). В январе 2010 года увидела свет важная экспериментальная работа, освещающая механизм действия ТИКЛТ при остром нарушении мозгового кровообращения, а месяцем позже результаты этого эксперимента были доложены на международной конференции по инсульту в Сан-Антонио (США) [54]. В этом же году на сайте международного регистра Clinical Trials.gov были выложены протоколы двух клинических испытаний: «NEST–3» и «StELLAR» [55, 56]. Целью проводимого исследования «StELLAR» было подтверждение безопасности совместного применения активатора тканевого плазминогена и ТИКЛТ, для которого применялся аппарат NeuroThera® Laser System. Всего в испытании приняли участие 200 больных. Участвовали в работе только американские медицинские центры.

В марте 2011 года на том же сайте Clinical Trials.gov. были опубликованы данные клинического

исследования «Транскраниальная лазерная терапия в реабилитации больных с гемиплегией после острого инсульта» (REHELA) [57]. Критерием включения являлись больные от 70-го до 120-го дня от момента инсульта. В нём применялся аппарат инфракрасной терапии иной фирмы, чем аппараты, использованные во всех других публикациях по теме, включая все 3 клинических испытания «NEST», а именно: аппарат COMBY 3 Terza Serie C-LASER итальянской фирмы ASA. InGa(Al)As диодный лазер с длиной волны 809 нм и мощностью излучения 500 мВт. В исследовании приняли участие 100 больных с верхним гемипарезом в результате ишемического инсульта. Использовалась методика транскраниального облучения обеих гемисфер головного мозга в течение 15 сеансов. Оценка эффективности проводимой терапии проводилась по шкалам Фугл – Мейер и Бартел. Испытание проходило на базе университетской клиники им. Раймона-и-Кахаля (Мадрид, Испания).

В представленных работах [58–60] в ходе лечения и реабилитации при использовании ТИКЛТ как ЛФФ основной анатомической зоной для воздействия данным излучением являлась область головы. Для этого осуществлялось облучение кожной поверхности головы в проекции ишемического очага на стороне поражения. При наличии нескольких очагов поражения предлагалось использовать аналогичное очагам количество облучаемых зон. Применение ТИКЛТ на область кожной поверхности головы при инсульте имело некоторые особенности: при наличии выраженного волосяного покрова основная часть излучения не проникала, а отражалась. В связи с этим некоторые исследователи предлагали выстригать волосы в области зоны или зон воздействия при проведении этих процедур. При данных методических подходах важным моментом являлось верифицирование патологического очага с использованием методик МРТ или КТ. Заслуживает внимания использование данными исследователями методики воздействия ТИКЛТ на контралатеральную по отношению к инсульту сторону, а также подход, когда на выбритую голову надевалась специальная шапочка с 20 отверстиями, через каждое из которых проводилось облучение продолжительностью 2 минуты вне зависимости от локализации инсульта. Общая нагрузка инфракрасным излучением на голову составляла примерно 1 Дж/см2. Следует отметить ещё один из экспериментальных подходов, когда исследователи подвергали облучению всю голову при прямом контакте излучателя с кожей головы. На основании проведённого анализа представленных данных можно считать ТИКЛТ довольно безопасным методом лечения. Ни в одной из анализируемых работ не отмечалось каких-либо осложнений по сравнению с контролем. При этом удельная мощность излучения в исследованиях варьировала от 7,5 до 262,5 мВт/см^2, а плотность потока излучения колебалась от 0,9 до 31,5 Дж/см^2.

Несколько экспериментальных исследований in vivo дают ориентировку в отношении пороговых энергетических показателей, при превышении которых развиваются первые признаки повреждения тканей. Так, группа исследователей из США, Nishimura N. et al., 2006, использовала лазер в ближнем инфракрасном диапазоне для экспериментального воспроизведения разных видов инсульта в коре головного мозга крыс [61]. Пороговая энергия импульса, вызывающего повреждение, составляла 0,03 мДж, а пороговая плотность потока энергии – 1 Дж/см2. Интересна предложенная авторами классификация повреждений в зависимости от плотности потока энергии. Минимальная плотность вызывала повреждение эндотелия сосудов мозга, следствием которого было образование тромба. Несколько большая плотность приводила к развитию экстравазатов. И, наконец, большая плотность потока энергии вызывала разрывы сосудов.

В том же году коллектив исследователей фирмы-производителя инфракрасного лазера (Photothera Inc. [Ilic S. et al. // Photomed Laser Surg, 2006]) представил результаты систематической работы по определению безопасных параметров использования лазерного облучения головного мозга. Тестировался диодный лазер с длиной волны 808 нм. Применялось облучение головного мозга крыс с удельной мощностью излучения, равной 7,5, 75 и 750 мВт/см2 в трёх режимах: постоянного, импульсного и серийного излучения (только для удельной мощности 7,5 мВт/см2). Оценивался неврологический статус и гистологическая картина

головного мозга в оптическом и электронно-оптическом диапазоне через 30 и 70 дней от момента облучения. Результат: какие-либо патологические изменения удалось заметить только при удельной мощности излучения в 750 мВт/см2, что в 100 раз превышает рекомендованную мощность в 7,5 мВт/см2. Выявленные при этом изменения были приписаны тепловому воздействию лазера.

Ниже приводится разбор основных положений по применению ТИКЛТ при инсульте. В данных работах не содержались данные, посвящённые механизму действия и безопасности метода:

1. Lapchak P.A. et al. // Stroke.2004 [63].

Исследовательская группа Калифорнийского университета, Сан-Диего, штат Калифорния, США, изучала влияние транскраниального действия инфракрасного лазера на течение экспериментального инсульта у кроликов. Инсульт вызывался методом эмболизации малыми сгустками. Степень неврологических нарушений в виде расстройств равновесия, недержания головы, кружения, судорог, параличей конечностей зависела от дозы введённых обмолов. С лечебной целью применялся лазер ACCULASER фирмы PhotoThera, Inc с длиной волны 808 нм. Удельная мощность излучения составляла 7,5 и 25 мВт/см2, экспозиция от 2 до 10 мин. Облучению подвергалась голова в целом при прямом контакте излучателя с кожей черепа. Инфракрасное излучение проникало на глубину 2,5–3 см. При этом температура кожи на месте облучения повышалась на 3 °С, а температура вещества мозга непосредственно под излучателем – на 0,8–1,8 °С – и приходила к норме через 60 мин после процедуры.

В результате: лазеротерапия достоверно повышала терапевтическую эффективность через 3 часа от момента эмболизации при использовании излучения с удельной мощностью 7,5 мВт/см2 в течение 2 минут. Для положительного эффекта облучения, проводимого через 6 часов после эмболизации, было необходимо увеличение как удельной мощности (до 25 мВт/см2), так и экспозиции (до 10 минут). За пределами 6-часового рубежа от начала эмболизации лазеротерапия оказалась неэффективной. Лечебный эффект лазеротерапии сохранялся при наблюдении вплоть до 21 дня от момента эмболизации.

2. Oron A. et al. // Stroke. 2006 [64].

Большой коллектив американских и израильских учёных изучал механизм терапевтического действия ТИКЛТ при экспериментальном остром инсульте у крыс. Для воспроизведения картины инсульта использовались 2 модели: (1) прямая окклюзия средней мозговой артерии после краниотомии и (2) обструкция артерии с помощью вводимого в неё специального волокна. Неврологический статус животных оценивался сразу после возникновения инсульта, через 4 и 24 часа, а также через 1, 2, 3 и 4 недели. Кроме того, гистологически определялся размер инсульта, а иммуногистохимически – проявление неонейроногенеза в субвентрикулярной зоне ипсилатерально по отношению к инсульту. С лечебной целью применялся GaAs диодный лазер с длиной волны 808 нм, плотность потока энергии 0,9 Дж/см2, удельная мощность излучения 7,5 мВт/см2, время экспозиции 2 мин. Применялось два режима облучения: постоянный и импульсный (с частотой 70 Гц). Лазерное излучение воздействовало на контралатеральную по отношению к инсульту сторону. Одна часть животных экспериментальной группы облучалась через 4 часа после наступления инсульта, другая часть – через 24 часа. Полученные результаты показали существенное улучшение неврологического статуса, начиная со второй недели после инсульта у крыс, получивших лазеротерапию в постоянном режиме через 24 часа от момента развития обструкции мозгового кровообращения. В этой же группе животных достоверно усилился процесс неонейроногенеза в перивентрикулярной зоне. На размер очага повреждения проводимая терапия не повлияла.

3. Taboada L. De et al. // Lasers Surg Med. 2006 [65].

Международная группа учёных изучала влияние ТИКЛТ на течение экспериментального инсульта у крыс. Инсульт моделировался введением в среднюю мозговую артерию волокна, вызывающего постоянную обструкцию просвета артерии. Используемый для облучения лазер фирмы Photothera имел следующие параметры: длина волны 808 нм, удельная мощность излучения 7,5 мВт/см2, плотность потока энергии 0,9 Дж/см2, продолжитель-

ность сеанса 2 мин. Животные экспериментальной группы разделялись на 3 подгруппы в зависимости от того, какая сторона мозга подвергалась облучению: ипсилатеральная по отношению к инсульту, контралатеральная или обе стороны. Отправная степень неврологического дефицита оценивалась через 24 часа после обструкции и не отличалась от контроля. После этого животным экспериментальной группы проводилась лазеротерапия, эффект которой оценивался на 14, 21 и 28-й дни от момента обструкции. В результате: во всех экспериментальных подгруппах отмечалась примерно одинаковая достоверная положительная динамика неврологического статуса.

4. Lapchak P.A. et al. // Neuroscience. 2007 [66].

Группа американских исследователей провела эксперимент на крысах с целью определения оптимального режима ТИКЛТ при остром экспериментальном инсульте. Инсульт моделировался методом малых сгустков. Оценка эффективности лечения проводилась через 48 часов от момента эмболизации. Применялся лазер ACCULASER с длиной волны 808 нм. Источник излучения прикладывался непосредственно к коже головы. Облучению подвергался весь мозг. Экспериментальная группа была подразделена на 3 подгруппы в зависимости от режима лазерной терапии. Полученные результаты показали достоверную эффективность только в случае применения импульсного режима через 6 часов от момента эмболизации.

5. Lapchak P.A. et al. // Stroke. 2008 [67].

Коллектив исследователей из США провел эксперимент на кроликах, чтобы выяснить не вызовет ли назначение ТИКЛТ в остром периоде инсульта (на фоне их лечения активатором тканевого плазминогена) усиления кровотечений. Для моделирования инсульта использовался метод эмболии большими сгустками. Экспериментальная группа разделялась на 3 подгруппы в зависимости от вида лечения: только лазер, только тромболитик, оба вида. В каждой группе находилось от 20 до 23 животных. Лазерное излучение имело длину волны 808 нм, удельная мощность излучения 10 мВт/см2, продолжительность сеанса 2 минуты. Облучение проводилось через 90 мин от момента эмболизации и во всех случаях после введения фибринолитика. Активатор тканевого плазминогена вводился через 1 час после эмболизации в дозе 3 мг/кг, определенной в предшествующих экспериментах, чтобы примерно соответствовать дозе, применяемой для лечения людей.

В результате: тромболитик усиливал геморрагические проявления на 160 %, лазерная терапия не усиливала кровоточивость ни сама по себе, ни в сочетании с тромболитиком.

6. Lampl Y. et al. // Stroke. 2007 [68].

Это первое клиническое испытания эффективности инфракрасной лазерной терапии при остром инсульте. Официальное название NeuroThera Effectiveness and Safety Trial-1 («NEST–1»). Исследование не было зарегистрировано ни в одном из известных международных регистров клинических испытаний, поэтому основным источником информации о нём являлась публикация испытателей в журнале Stroke. Это было проспективное, интервенционное, контролируемое, дважды ослеплённое, многоцентровое международное испытание. Однако в связи с наличием у части испытателей так называемого конфликта интересов, это исследование не отвечало современным требованиям, предъявляемым к клиническим испытаниям CONSORT 2010, и потому было отнесено к субстандартным. В испытании участвовало 120 больных ишемическим инсультом, из них 79 в экспериментальной группе. Пациенты, получившие лечение тканевым активатором плазминогена, в испытании не участвовали. Время начала лечения от возникновения инсульта составляло от 2 до 24 часов, в среднем 16 часов. Лечение проводилось лазером с длиной волны 808 нм компании PhotoThera, Inc, США. На выбритую голову надевалась специальная шапочка с 20 отверстиями, через каждое из которых проводилось облучение продолжительностью 2 минуты вне зависимости от локализации инсульта, общая нагрузка инфракрасного излучения на голову составляла примерно 1 Дж/см2. Эффективность лечения оценивалась с помощью батареи тестов через 90 дней. В этой работе в экспериментальной группе улучшение к 90-му дню наступило у 70 % больных, против 51 % в контрольной ($p = 0,035$). Летальность и серьёзные осложнения в экспериментальной и контрольной группах существенно не отличались.

7. Zivin J.A. et al. // Stroke. 2009 [69].

Еще более масштабным стало продолжение вышеупомянутого клинического испытания «NEST-1», испытание «NEST–2». В нём участвовало 660 больных из 57 медицинских центров 4 стран. В отличие от предыдущего это испытание прошло регистрацию на сайте международного регистра клинических испытаний ClinicalTrials.gov 5 января 2007 г. Это было также проспективное, интервенционное, контролируемое, дважды ослеплённое клиническое испытание. Как и в «NEST–1», почти половина из большого коллектива исследователей (10 из 21) заявила о конфликте интересов. Как и в первом исследовании, в «NEST–2» не участвовали больные с геморрагическим инсультом и получившие лечение тканевым активатором плазминогена. Экспериментальная группа состояла из 331 испытуемого. Лечение проводилось усовершенствованным лазером NeuroThera Laser System с длиной волны 808 нм компании PhotoThera, Inc, США. Время начала лечения от возникновения инсульта составляло от 2,5 до 24 часов, в среднем 15 часов. В остальном методика проведения данного испытания не отличалась от «NEST–1». Результаты: в экспериментальной группе улучшение к 90-му дню от начала инсульта наступило у 36,3 % больных против 30,9 % в контрольной (p = 0,094). Таким образом, это второе испытание также продемонстрировало преимущество транскраниальной инфракрасной терапии при остром инсульте, которое, однако, не достигло необходимой степени статистической достоверности. Как и в «NEST–1», летальность и серьёзные осложнения в экспериментальной и контрольной группах существенно не отличались. Исследователи объяснили определённо разочаровывающий результат испытания несовершенством отбора больных, ссылаясь на аналогичную ситуацию в истории клинических испытаний применения тромболитиков для лечения острого инсульта, и высказали надежду, что последующие испытания внесут ясность в этот вопрос, тем более что, в отличие от тромболизиса, ТИКЛТ является существенно более безопасным методом лечения.

8. Lapchak P.A., Taboada L. De // Brain Res. 2010 [70].

Пол Лапчак (отдел неврологии Калифорнийского университета, Ла Джойа, штат Калифорния, США) и Люис де Табоада (лаборатория Фото Тера, Карлсбад, штат Калифорния, США) на модели ишемического инсульта на кроликах методом малых обмолов показали, что уже через 5 минут после эмболизации концентрация АТФ в коре головного мозга снижается на 41 % по сравнению с контрольной группой. Транскраниальное облучение ишемизированной области инфракрасным лазером на волне 0,8 мкм в течение 2 минут, осуществлённое через 5 минут от момента эмболизации, устраняет этот эффект, причем концентрация АТФ у кроликов, облученных в энергетически максимальном режиме, даже превышает концентрацию АТФ у неэмболизированных животных.

Работ, непосредственно и конкретно исследовавших механизм действия инфракрасного лазерного излучения, немного. Ниже приведены 5 сообщений, объясняющих возможный механизм действия ИК лазерного излучения:

1. Группа учёных изучала влияние лазерного излучения в ближнем инфракрасном диапазоне на морфологию клеточных структур [71, 72]. С этой целью лазерному облучению подвергалась клеточная культура СНО К-1. Параметры излучения: мощность излучения 10 мВт, плотность потока энергии 2 Дж/см2.

В результате было отмечено:

- увеличение количества клеточных делений,
- повышение устойчивости клеток к дефициту питательных веществ,
- уменьшение числа апоптозов.

2. Группой учёных был исследовал механизм терапевтического действия ТИКЛТ при экспериментальном остром инсульте у крыс [73]. Для воспроизведения картины инсульта использовались 2 модели:

- прямая окклюзия средней мозговой артерии после краниотомии,
- обструкция артерии с помощью вводимого в неё волокна.

Неврологический статус животных оценивался сразу после возникновения инсульта, через 4 и 24 часа, а также через 1, 2, 3 и 4 недели. Кроме того, гистологически определялся размер инсульта, а иммуногистохимически – проявление неонейроногенеза в перивентрикулярной зоне ипсилатерально

по отношению к инсульту. Лазерное излучение воздействовало на контралатеральную по отношению к инсульту сторону. Одна часть животных экспериментальной группы облучалась через 4 часа после наступления инсульта, другая часть – через 24 часа.

В результате: существенное улучшение неврологического статуса, начиная со второй недели после инсульта, отмечено у крыс, получивших лазеротерапию в постоянном режиме через 24 часа от момента развития обструкции мозгового кровообращения. В этой же группе животных достоверно усилился процесс неонейроногенеза в перивентрикулярной зоне. На размер очага повреждения фототерапия не повлияла.

3. В сообщении Пола Лапчака на международной конференции по инсульту (Сан-Антонио, штат Техас, США, 23–26 февраля 2010 г.) анализировался биологический эффект ТИКЛТ при инсульте в виде повышения уровня АТФ в тканях ишимизированного головного мозга у кроликов после воздействия лазером [74]. Были приведены аргументы в пользу того, что данный эффект является специфическим для лазерного излучения в ближнем инфракрасном диапазоне с длиной волны 800–830 нм. Инфракрасные лучи проникали через череп в ткани мозга. Эффект не являлся тепловым, а был связан с активацией цитохром С-оксидазы, энзима, находящегося внутри митохондрий, более конкретно, – с активацией металл-простетической группы CuA, содержащей атом меди, который поглощал квант инфракрасного излучения.

4. Вышеизложенная гипотеза нашла неожиданную поддержку в ранее проведённых опытах по воздействию инфракрасного лазерного излучения на нанобактерии. Эффект тоже имел квантовую природу и тоже связывался с цитохром С-оксидазой. В статье, написанной большим международным коллективом и посвященной влиянию лазерного излучения на жизнедеятельность живых нанообъектов (нанобактерий), было показано, что красный (670 нм) и инфракрасный (728 нм) свет стимулировал рост нанобактерий и тем самым снижал или предотвращал продукцию ими защитной слизи, которая, как известно, является субстратом для возникновения и прогрессирования, например, атеросклеротических бляшек сосудов и почечных конкрементов [75].

5. Сводку данных о возможных механизмах действия ТИКЛТ, содержащую как вышеприведенную информацию, так и фактический материал, привлечённый из смежных исследований, можно найти в большом обзоре Andrew B. Stemer et. al. Curr Cardiol Rep., 2010 [76]. Авторы на основании анализа данных привели следующие аргументы, объясняющие механизм действия лазера:

- его эффект, очевидно, нетепловой (не фототермальный);
- эффект лазера явно негемодинамический, по крайней мере, не связан с реканализацией артерии, так как эффективное окно простиралось до 24 часов от момента инсульта.

По их мнению, наиболее вероятными составляющими механизма действия являлись:

- поддержка функций митохондрий за счёт активации цитохром С-оксидазы;
- поддержка нейроногенеза за счёт стимуляции миграции в зону инфаркта мозга клеток-предшественников нейронов;
- ослабление апоптоза;
- локальное повышение уровня антиоксидантов;
- усиление ангиогенеза;
- активация экспрессии белков теплового шока;
- угнетение активности синтазы монооксида азота.

Некоторые исследователи [77–79] связывают механизм лечебного эффекта терагерцевой терапии с оксидом азота, который является вторичным мессенджером, вовлечённым во множество пато- и физиологических процессов (вазодилатацию, нейротрансмиссию, гемокоагуляцию, перекисное окисление липидов, а также регуляцию тонуса гладких мышц, репаративную регенерацию и т. д.), что, в свою очередь, проявляется развитием полифункционального системного влияния на организм. Отклик на них может быть различным, как положительным, так и отрицательным.

По мнению Хабарова О.В. (2002), существуют определённые «частотно-амплитудные окна», внутри которых есть детектируемая реакция биообъекта, а вне их – отсутствует. При этом наиболее

информативной является частота воздействия, а амплитуда определяет лишь механизм реализации отклика организма» [80].

Есть мнение [81], что с учётом того, что клетки организма постоянно вступают в ритмический энергоинформационный контакт с внешним ЭМП на частотах, совпадающих с их собственными или кратных им, то для получения максимального терапевтического эффекта необходимо добиваться резонансного воздействия на патологически изменённую клетку, орган или систему.

В целом большинство исследователей сходятся в том, что основная часть поглощённого живыми тканями ТГЧ-излучения приходится на молекулы воды [82–84]. Это происходит благодаря тому, что молекулы воды образуют максимальное количество водородных связей как между собой, так и с многочисленными растворенными и гидратированными соединениями. Это позволяет образовывать сложные динамические цепочки и сети из диполей, которые сообща отвечают на изменения среды. Межмолекулярные колебания макроскопической сети дипольных молекул воды обладают собственным вращательно-колебательным спектром с частотой 5, 6 ТГц. Кроме того, медленная релаксация больших агрегаций, которые молекулы воды образуют с помощью водородных связей, обуславливает сильные межмолекулярные колебания с частотой 1,5 ТГц [85, 86]. Все это делает водную среду наиболее эффективным хромофором для терагерцевого излучения. Сложные биологические макромолекулы также способны к образованию подобных агрегаций и, следовательно, к коллективным колебательным взаимодействиям в терагерцевом диапазоне частот, как уже указывалось выше [87–89]. Достаточно активно поглощают указанное излучение и гидратные оболочки макромолекул, в особенности находящиеся с внешней стороны клеточной мембраны. Эффективным акцептором энергии терагерцевых волн является и растворенный в воде кислород. Если под воздействием облучения ТГЧ-диапазона частот гидратные оболочки мембранных белков и фосфолипидов, а также доступность молекулярного кислорода претерпевают существенные изменения, это не может не сказаться на структуре транспортных и сигнальных белков. Терагерцевое излучение влияет и на селективную проницаемость, и на размер мембранных пор. Соответственно, меняется вся система клеточного транспорта, включая её селективность и специфичность к отдельным молекулам (как правило, и селективность, и специфичность клеточного транспорта под воздействием облучения снижаются). Есть мнение [90–92], что изменения транспортных и сигнальных мембранных белков запускают молекулярные каскады реакций во внутриклеточной среде и существенно изменяют механизмы клеточной регуляции и в зависимости от типа терагерцевого воздействия подобные изменения могут затрагивать практически все аспекты клеточной активности, от регуляторной и ферментативной до иммунной и генетической.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Light therapy // Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Light therapy.
2. Финзен Н.Р. Светолечение. С-Пб., 1901.
3. William H.// Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/William_Herschel.
4. Высокотехнологичные методы лечения и реабилитации. Ежегодник. Гор. больница № 40. Санкт-Петербург. 2011. С. 76.
5. Гулд, Р. Гордон (1959). «ЛАЗЕР, усиление света за счёт вынужденного излучения». Франкен, Пенсильвания; Sands R.H.(ред.). Ann Arbor конференции по оптической накачке, Университет штата Мичиган, с 15 июня по 18 июня 1959 года. П. 128. OCLC 02460155 Гордон Гулд – https://ru.qaz.wiki/wiki/Gordon_Gould.
6. Сюй А.В. Лазерные технологии в науке и технике. // Журнал: Бюллетень научных сообщений. – 2015. Изд-во: Дальневосточный государственный университет путей сообщения (Хабаровск), № 20. – С.55–64.
7. Лебедев П.Н. Собр. соч. М.: Изд-во АН СССР., 1963.
8. Glagolewa-Arkadiewa A. «Short electromagnetic waves of wave-length up to 82 microns», Nature, V. 113, № 2844, p. 640 (1924).
9. Глаголева-Аркадьева А.А. «Собрание трудов». М-Л. (1948).
10. Infrared // Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Infrared.
11. Terahertzradiation///Wikipedia.URL:http://en.wikipedia.org/wiki/Terahertz_radiation.

12. MeSH Browser (2013 MeSH)./ /The Official Web Site of the U.S. National Library of Medicine. URL:http://www.nlm.nih.gov/mesh/2013/mesh browser/MBrowser.html.
13. http://itchem.ru/potencial ionizacii_atoma.
14. https://elementy.ru/trefil/21104/Postoyannaya Boltsmana.
15. Zhang X.-C., Jingzhou Xu. Introduction to THz wave photonics. N.Y.: Springer Science + Business Media. – 2009. – P. 249.
16. Wilmink G.J., Grundt J.E. Invited Review Article: Current State of Research on Biological Effects of Terahertz Radiation // J Infrared Milli Terahz Waves. – 2011. – V. 32. – P. 1074–1122.
17. Federov V. Study of biological effects of electromagnetic radiation of submillimeter part of terahertz range // Biomeditsiknskaya Radioelektronika. – 2011. – V. 32, (10), P. 1074–1122.
18. Dalzell D.R. Danielle R., McQuade J. and et. al. Damage thresholds for terahertz radiation // Optical Interactions with Tissues and Cells XXI. – 2010. – 105 p.
19. Berry E, Walker GC, Fitzgerald AJ, Zinov'ev NN, Chamberlain M, et al. Do in vivo terahertz imaging systems comply with safety guidelines? // Journal of Laser Applications 15. – 2003. – P. 192–198.
20. Europian Union, T.E.P.a.t.C.o.t.E., Directive 2006/25/EC of the European Parliament and of the Council. Official Journal of the European Union, – 2006. № 114 (1). – P. 38–59.
21. ICNIRP Statement on Far Infrared Radiation Exposure. Health Physics. – 2006. – № 91 (6). – P. 630–645.
22. Девятков Н.Д. Слово… // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1995. – № 5.
23. В.П. Казначеев, С.П. Шурин, Л.П. Михайлова. Явление межклеточных дистантных электромагнитных взаимодействий в системе двух тканевых структур. / Диплом N 122. Заявка N ОТ-7097 от 26 декабря 1968 г.
24. Бецкий О.В. Применение низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн в медицине // Миллиметровые волны в биологии и медицине (далее – «МВБМ»). – 1992. – № 1.
25. Чечельницкий А.М., Волновая структура Солнечной системы, М.: Тандем-пресс, 1992, 39 с.
26. Frolov V.P., Novikov I.D. Black Hole Physics: Basic Concepts and New Developments.// Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1998. – 770 p.
27. Шабельников А.В. Единая глобальная иерархия и синхронизация вращения Земли. Астрометрия и астрофизика 1976, в. 28, С 22– 29.
28. Сазеева Н.Н. Мы – дети Света. Сенсационное научное открытие. //Спб. Питер, 2007. – 240 с.
29. Бецкий О.В. Применение низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн в медицине // Миллиметровые волны в биологии и медицине (далее – «МВБМ»). – 1992. – № 1.
30. Frohlich H. Bose condensation of strongly excited longitudinal electric models, Phys. Lett 1968; 26 A: 402.
31. Frohlich H., Kremer F. Coherent Excitations in Biological systems Springer-Verlag, 1983.
32. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. – М., 2004.
33. Девятков Н.Д. Слово… // Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 1995. – № 5.
34. Frohlich H. Long range coherence and energy storage in biological systems. – Int. Quantum Chem., v. 2, p. 641–649, 1968.
35. Pakhomov A., et al. Current state and implications of research on biological effects of mm waves: A review of the literature. – Bioelectromagnetics, v. 19, No. 7, p. 393–413, 1998.
36. Станко В., Марков Г. // Загрязнение биосферы электромагнитными полями. // Обозреватель. (Изд. ЗАО НИФ «РАУ-Университет») 1993, № 20, с. 15–16.
37. Темурьянц Н.А. и др. // Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. // – Киев: Наук. Думка, 1992. – 186 с.
38. Узденский А.Б. // Реализация в клетках резонансных механизмов биологического действия свернизкочастотных магнитных полей. // Материалы 2-й международной конференции «Электромагнитные поля и здоровье человека». М., 1999. – с. 43.
39. Щербак А.Е. Основные труды по физиотерапии. – Л., 1936.
40. Улащик В.С. Введение в теоретические основы физической терапии. – Минск, 1981. – 48 с.
41. Улащик В.С. Очерки общей физиотерапии. – Минск, 1994.
42. ономаренко Г. И., Турковский И. И. Биофизические основы физиотерапии. – СПб., 2003. 48 с.
43. Berger H. Uber das Elektrenkephalogramm des Menschen. //Arch. Psychiat. Nervenkr. – Berlin, 1929. – Vol. 87. P. 527–570.
44. Бутуханов В.В. Основа жизни органов человека и животных – немышечные движения. // Иркутск, – 2010. – 179 с.

45. Савельев И.В. Курс общей физики. Т. 4. Волны. Оптика. СПб: Лань; 2011; 256 с. [Savel'ev I.V. Kurs obshchey fiziki. T. 4. Volny. Optika [The course of general physics. Vol. 4. Waves. Optics]. Saint Petersburg: Lan; 2011; 256 p.3].
46. Кулипанов Г.Н. Генерация и использование терагерцевого излучения: история и перспективы. Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Физика 2010; 5(4): 24–27. [Kulipanov G.N. Generation and application of terahertz radiation: history and perspective. Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Fizika 2010; 5(4): 24–274].
47. Naeser, M.A. Laser Acupuncture in the Treatment of Paralysis in Stroke Patients: A CT Scan Lesion Site Study [Text] / M.A. Naeser [et al.] // American Journal of Acupuncture. – 1995. – Vol. 23(1). P. 13–28.
48. Lapchak P.A., Wei J., Zivin J.A. Transcranial infrared laser therapy improves clinical rating scores after embolic strokes in rabbits // Stroke. 2004. Vol. 35, No 8. P. 1985–1988. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/35/8/1985.
49. Low-Level Laser Therapy Applied Transcranially to Rats After Induction of Stroke Significantly Reduces Long-Term Neurological Deficits / Oron A. et al. // Stroke. 2006. Vol. 37, No 10. P. 2620–2624. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/37/10/2620.
50. Transcranial Application of Low-Energy Laser Irradiation Improves Neurological Deficits in Rats Following Acute Stroke / Taboada L. De // Lasers Surg Med. 2006. Vol. 38, No 1. P. 70–73. PDF. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/lsm.20256/pdf.
51. Lapchak P.A. et al. // Neuroscience. 2007. Vol. 148, No 4. P. 907–914. Transcranial near-infrared light therapy improves motor function following embolic strokes in rabbits: an extended therapeutic window study using continuous and pulse frequency delivery modes / Lapchak 20.
52. Infrared Laser Therapy for Ischemic Stroke: A New Treatment Strategy: Results of the NeuroThera Effectiveness and Safety Trial-1 (NEST-1) / Lampl Y. et al. // Stroke. 2007. Vol. 38, No 6. P. 1843–1849. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/38/6/1843.
53. Safety Profile of Transcranial Near-Infrared Laser Therapy Administered in Combination With Thrombolytic Therapy to Embolized Rabbits / Lapchak P.A. et al. // Stroke. 2008. Vol. 39, No 11. P. 3073–3078. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/39/11/3073.
54. Stemer, A.B. The Evolution of Transcranial Laser Therapy for Acute Ischemic Stroke, Including a Pooled Analysis of NEST–1 and NEST–2 [Text] / Andrew B. Stemer, Branko N. Huisa, Justin A. Zivin // Current Cardiology Reports. – 2010. – Vol. 12(1). – P. 29–33.
55. Efficacy and Safety Trial of Transcranial Laser Therapy Within 24 Hours From Stroke Onset (NEST-3) / Heidelberg University, Germany; University of California, San Diego, USA // ClinicalTrials.gov. URL: http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01120301?cond=stroke&intr=laser&rcv_s=01%2F01%2F2010&rcv_e=04%2F17%2F2011&rank=1.
56. Efficacy and Safety Trial of Transcranial Laser Therapy Within 24 Hours From Stroke Onset (NEST-3) / Heidelberg University, Germany; University of California, San Diego, USA.//ClinicalTrials.gov.URL: http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01120301?cond=stroke&intr=laser&rcv_s=01%2F01%2F2010&rcv_e=04%2F17%2F2011&rank=1.
57. Transcranial Laser Therapy in the Rehabilitation of Hemiplegic Patients From Ischemic Stroke (REHELA) / Hospital Universitario Ramon y Cajal, Spain//ClinicalTrials.gov. URL:http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01308216cond=stroke&intr=laser&rcv_s=01%2F01%2F2010&rcv_e=04%2F17%2F2011&rank=3.
58. Infrared Laser Therapy for Ischemic Stroke: A New Treatment Strategy: Results of the NeuroThera Effectiveness and Safety Trial-1 (NEST-1) / Lampl Y. et al. // Stroke. 2007. Vol. 38, No 6. P. 1843–1849. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/38/6/1843.
59. Effectiveness and Safety of Transcranial Laser Therapy for Acute Ischemic Stroke / Zivin J.A. et al. //Stroke. 2009. Vol. 40, No 4. P.1359–1364. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/content/full/40/4/1359.
60. Transcranial Laser Therapy in the Rehabilitation of Hemiplegic Patients From Ischemic Stroke (REHELA) / Hospital Universitario Ramon y Cajal, Spain // ClinicalTrials.gov. URL: http://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT01308216?cond=stroke&intr=laser&rcv_s=01%2F01%2F2010&rcv_e=04%2F17%2F2011&rank=3.
61. Nishimura, N. Targeted insult to subsurface cortical blood vessels using ultrashort laser pulses: three models of stroke. / N. Nishimura et al. // Nature Methods. – 2006. – Vol. 3(2). – P. 99–108.
62. Ilic, S. Effects of power densities, continuous and pulse frequencies, and number of sessions of low-level laser

therapy on intact rat brain./ S. Ilic [et al.] // Photomedicine Laser Surgery Journal. – 2006. – Vol. 24(4). – P. 458–466.

63. Lapchak, P.A. Transcranial infrared laser therapy improves clinical rating scores after embolic strokes in rabbits./ P.A. Lapchak, J. Wei, J.A. Zivin // Stroke. – 2004. – Vol. 35(8). – P. 1985–1988.
64. Oron, A. Low-Level Laser Therapy Applied Transcranially to Rats after Induction of Stroke Significantly Reduces Long-Term Neurological Deficits. / A. Oron [et al.] // Stroke. – 2006. – Vol. 37(10). – P. 2620–2624.
65. Taboada, L. De Transcranial Application of Low-Energy Laser Irradiation Improves Neurological Deficits in Rats Following Acute Stroke [Text] / L. De Taboada [et al.] // Lasers in Surgery and Medicine. – 2006. – Vol. 38(1). – P. 70–73.
66. Lapchak, P.A. Transcranial near-infrared light therapy improves motor function following embolic strokes in rabbits: an extended therapeutic window study using continuous and pulse frequency delivery modes./ P.A. Lapchak [et al] // Neuroscience. – 2007. – Vol. 148(4). – P. 907–914.
67. Lapchak, P.A. Safety Profile of Transcranial Near-Infrared Laser Therapy Administered in Combination with Thrombolytic Therapy to Embolized Rabbits. / P.A. Lapchak [et al.] // Stroke. – 2008. – Vol. 39(11). – P. 3073–3078.
68. Lampl, Y. Infrared Laser Therapy for Ischemic Stroke: A New Treatment Strategy. /Y. Lampl [et al.] // Results of the NeuroThera Effectiveness and Safety Trial–1 (NEST–1): Stroke. – 2007. – Vol. 38(6). – P. 1843–1849.
69. Zivin, J.A. Effectiveness and Safety of Transcranial Laser Therapy for Acute Ischemic Stroke./ J.A. Zivin [et al.] // Stroke. – 2009. – Vol. 40(4). – P. 1359–1364.
70. Lapchak, P.A.Taboada L.De. Transcranial near infrared laser treatment (NILT) increases cortical adenosine-5'-triphosphate (ATP) content following embolic strokes in rabbits. / P.A. Lapchak, L.De. Taboada // Brain Research. – 2010. – Vol. 1306. – P. 100–105.
71. Laser light prevents apoptosis in Cho K-1 cell line / Carnevalli C.M.et al. // J Clin Laser Med Surg. 2003. Vol. 21, No 4. P. 193–196. URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14509260
72. Safety of Rt-PA + Transcranial Emission of Low-Energy Lasers for Acute Stroke Recovery (StELLAR)./University of California, San Diego, USA // ClinicalTrials.gov.URL.
73. Low-Level Laser Therapy Applied Transcranially to Rats after Induction of Stroke Significantly Reduces Long-Term Neurological Deficits. /A. Oron [et al.] // Stroke. – 2006. – Vol. 37(10). – P. 2620–2624.
74. Lapchak P.A. Transcranial Near Infrared Laser Treatment Stimulates Cortical Adenosine-5'-triphosphate (ATP) Content Following Embolic Strokes in Rabbits. / Abstracts From the 2010 International Stroke Conference: Poster Presentations. Abstr. P477 // Stroke. 2010. Vol. 41, No 4. Published online Feb 22, 2010. E254–e393. PDF. URL: http://stroke.ahajournals.org/cgi/reprint/41/4/e254.
75. Preliminary Investigation into Light-Modulated Replication of Nanobacteria and Heart Disease / Sommer A.P. et al. // J Clin Laser Med Surg. 2003. Vol. 21, No 4. P. 231–235. URL: http://www.warp-heals.com/pdf/nanobacteria.pdf.
76. Stemer A.B., Huisa B.N., Zivin J.Z. The Evolution of Transcranial Laser Therapy for Acute Ischemic Stroke, Including a Pooled Analysis of NEST-1 and NEST-2 // Curr Cardiol Rep. 2010. Vol. 12, No 1. P. 29–33. PDF. URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2821619/pdf/11886_2009_Article_71.pdf.
77. Паршина С.С., Афанасьева Т.Н., Тупикин В.Д. Биологические эффекты оксида азота в развитии кардиоваскулярной патологии как основа применения терагерцевой терапии. Бюллетень медицинских интернет-конференций 2012; 2(6): 446–452. [Parshina S.S., Afanas'eva T.N., Tupikin V.D. Biological effects of nitrogen oxide in cardiovascular pathology development as the basis of terahertz therapy application. Byulleten' meditsinskikh internetkonferentsiy 2012; 2(6): 446–452].
78. Гапеев А.Б. Исследование механизмов биологического действия низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высоких частот: успехи, проблемы и перспективы. Биомедицинская радиоэлектроника 2014; 6: 20–30. [Gapeyev A.B. Study of the mechanisms of biological effects of low-intensity extremely high-frequency electromagnetic radiation: progress, problems and prospects; Biomeditsinskaya radioelektronika 2014; 6: 20–30].
79. Иванов А.Н. Регуляторные эффекты волн терагерцевого диапазона частот. Бюллетень медицинских интернет-конференций 2012; 2(6): 392–399. [Ivanov A.N. Regulatory effects of wave terahertz frequencies. Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy 2012; 2(6): 392–399.7–9].
80. Хабарова О.В. Биоэффективные частоты и их связь с собственными частотами живых организмов // БТР. – 2002. – № 5–6. 23.

81. Чухраев Н.В., Писанко О.И., Самосюк И.З. Биорезонансная КВЧ-терапия и аппаратура для ее реализации // БТР. – 2002. – № 10–11.
82. Wilmink G.J., Grundt J.E. Invited Review Article: Current State of Research on Biological Effects of Terahertz Radiation // J Infrared Milli Terahz Waves. – 2011. – V. 32. – P. 1074–1122.
83. Pal S.K., Peon J., Zewail A.H. Biological water at the protein surface: dynamical solvationprobed directly with femtosecond resolution // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2002. – V.99(4). – P. 1763–1768.
84. Pal S.K., Zhao L., Zewail A.H. Water at DNA surfaces: ultrafast dynamics in minor grooverecognition // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2003. – V. 100 (14). – P. 8113–8118.
85. Ladanyi B.M., Skaf M.S. Computer Simulation of Hydrogen-Bonding Liquids // Annual Review of Physical Chemistry. – 1993. – V. 44 (1). – P. 335–368.
86. Russo D., Hura G., Head-Gordon T. Hydration dynamics near a model protein surface // Biophys J. – 2004. – V.86 (3). – P. 1852–1862.
87. Yada H., Nagai M., Tanaka K. Origin of the fast relaxation component of water and heavy water revealed by terahertz time-domain attenuated total reflection spectroscopy // Chemical Physics Letters. – 2008.–V. 464 (4–6). – P. 166– 170.
88. Walther M., Fischer B. and et. all.Far-infrared vibrational spectra of all -trans, 9-cis and retinal measured byTHz time-domain spectroscopy // Chem. Phys. Lett. – 2000. – V. 332. – P. 389 -395.
89. Xie A. Excited-State Lifetimes of Far-Infrared Collective Modes in Proteins //Journal of Biological Physics. – 2002. – V. 28. – P. 147–154.
90. Fischer B. and et.al. Terahertz time-domain spectroscopy and imaging of artificial RNA // Opt Express. – 2005. – Vol 13 (14). – P. 5205–15.
91. Fischer B.M. Broadband THz Time-Domain Spectroscopy of Biomolecules, in Mathematics and Physics. - 2007.
92. Фролов В.А., Дроздова Г.А., Казанская Т.А и др. Патологическая физиология. М.: ОАО «Издательство «Экономика», – 1999. – 616 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Реуков Алексей Семёнович – зав. кабинетом рефлексотерапии и пунктурной физиотерапии ФГБУ «ФМИЦ имени В.А. Алмазова» МЗ РФ, улица Аккуратова, д. 2, Санкт Петербург, Россия, 197341. E-mail: reukov_as@mail.ru; *Дидур Михаил Дмитриевич* – директор ИМЧ им. Н.П. Бехтеревой (РАН), д.м.н., профессор; *Конради Александра Олеговна* – зам. ген. директора по науке ФГБУ «ФМИЦ имени В.А. Алмазова» МЗ РФ, д.м.н., профессор, академик РАЕН; *Морошкин Виктор Сергеевич* – ведущий специалист отдела лучевой диагностики ФГБУ «ФМИЦ имени В.А. Алмазова» МЗ РФ, д.м.н.; *Преснухина Александра Петровна* – медсестра-лаборант кабинета рефлексотерапии ФГБУ «ФМИЦ имени В.А. Алмазова» МЗ РФ; *Тохтиева Наталия Вячеславовна* – доцент, к.м.н. кафедры реабилитации и спортивной медицины физической культуры ФГАОУ ВО «Российский медицинский университет им. Н. И. Пирогова» МЗ РФ.

Сенсорные комнаты

Сенсорная комната 18 м²

Сенсорная комната «Мария» 28 м²

Сенсорная комната 9 м²

Сенсорная комната 16 м²

Сенсорная комната White

Сенсорная комната 14 м²

Сенсорная тележка

Сенсорная тележка

Сенсорная комната White

Реклама

Аконит-М

Тел.: 8 (495) 540-47-11, 8 (800) 555-17-60 - бесплатно по РФ

www.aconit.ru e-mail: aconit-m@aconit.ru

Мяч «Гимник»
Арт. 95.95 диам.: 95 см

Фитбол (гимнастический мяч) «Гимник»
Диаметр шаров: 45, 55, 75, 85, 95, 120 см

Мяч «Медбол»
Арт. 97.01 диам.: 23 см, 1кг.

Мяч «Опти» прозрачный
Арт. 96.55 диам.:55 см

Мяч «Плюс»
Арт. 95.40, диам.: 65 см

Мяч
Арт. 80.16, диам.: 7 см

Фитбол (гимнастический мяч) «Гимник»
Диаметр шаров: 45, 55, 75, 85, 95, 120 см

Угловой сухой бассейн
Арт. 0009

Горка пластиковая
Арт. 555014

Спортивно-игровой набор №1
Арт. ИВ102

Детская полоса препятствий №3
Арт. ИВ104

Сухой бассейн «Полный вперед»
Размер: 165x165x40x15 Арт. 0909

Кочки массажные
Арт. 80.89

Сухой бассейн «Дракоша»
Размер: 150x150x40x15см Арт. 0507

Аконит-М – производитель продукции, предназначенной для оборудования игровых помещений, лечебной гимнастики и физкультуры, оснащения комнат релаксации и сенсорной интеграции.
Выгодные условия доставки в любой регион России!

141321, Московская обл., г. Краснозаводск, ул. Горького, д. 2
Тел.: +7 (495) 540-47-11; 8 (800) 555-17-60
www.aconit.ru; e-mail: aconit-m@aconit.ru

реклама

Сегодня, чтобы оставаться здоровым и работоспособным, требуются порой просто колоссальные усилия. Регулярное посещение врачей, сдача анализов, косметологические услуги не только для женщин, но и для мужчин — все это становится рутиной. В таких условиях люди задумываются о том, как облегчить самому себе поддержание собственного здоровья.
Помочь в этом непростом деле может Spa-капсула Multi Noble Rex.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ДЕЙСТВИЯ MULTI NOBLE REX

Spa-капсула Multi Noble Rex — это сложный аппарат, действие которого на организм базируется сразу на нескольких разнонаправленных воздействиях.

1. ВИБРОМАССАЖ

Вибрация позволяет снимать усталость мышц, способствует их расслаблению. Также вибромассаж разгоняет кровь, способствует укреплению суставов. Под влиянием вибрации улучшается работа внутренних органов, она становится более сбалансированной, полноценной.

2. ИНФРАКРАСНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

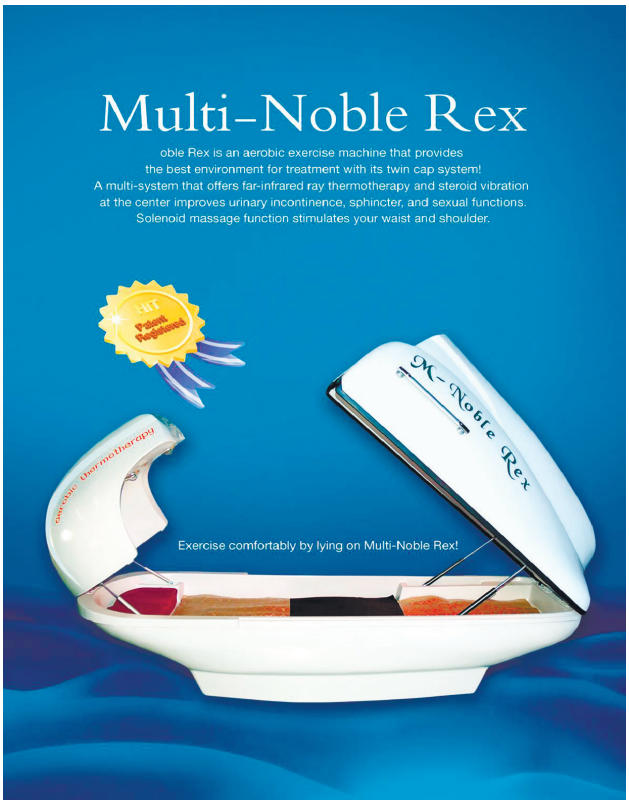
Облучение инфракрасным излучением способствует улучшению обменных процессов, уменьшает выраженность утомления. Также это излучение важно для нормальной работы эндокринной системы человека.

3. ВЛИЯНИЕ ЦВЕТА

Цветотерапия — сравнительно новое направление в медицине. Она работает на простом принципе: разные цвета способны корректировать настроение человека, положительно сказываться на эмоциональном состоянии. Правильный подбор цветов в нашей капсуле помогает расслабиться.

4. МИНЕРАЛОТЕРАПИЯ

Капсула снабжена солевыми ячейками. Эти ячейки во время сеанса интенсивно нагреваются, не только создавая эффект сауны, но и имитируя эффект солевой ванны.
Spa-капсула Multi Noble Rex — аппарат, производимый в Южной Корее. Мы единственные официальные дистрибьюторы оборудования на территории России.



реклама

SpineMT^{K-1}

Spine MT^{K-1} – специализированный и многофункциональный комплекс, учитывающий место, тип и уровень грыжи межпозвоночного диска

Функции комплекса Spine MT^{K-1}

Мобилизация

Мышцы позвоночника и спины
Фасеточные суставы
Крестцово-подвздошные сочленения

Целенаправленная коррекция

Учёт места образования грыжи (латеральная/медиальная)

Декомпрессия и коррекция

Логарифмическая система
Обратная биологическая связь
Учёт формы грыжи

Индивидуальное 3D-лечение

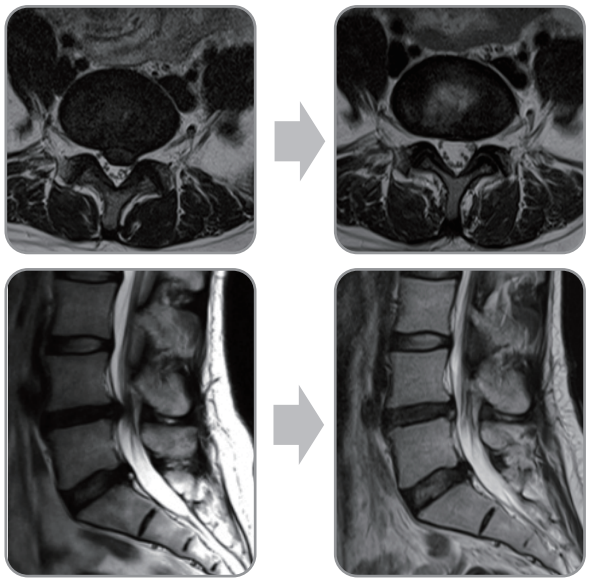
Таргетированный угол + ротация и растяжение/целенаправленная коррекция + декомпрессия

Гравитационная тракция

0-25°

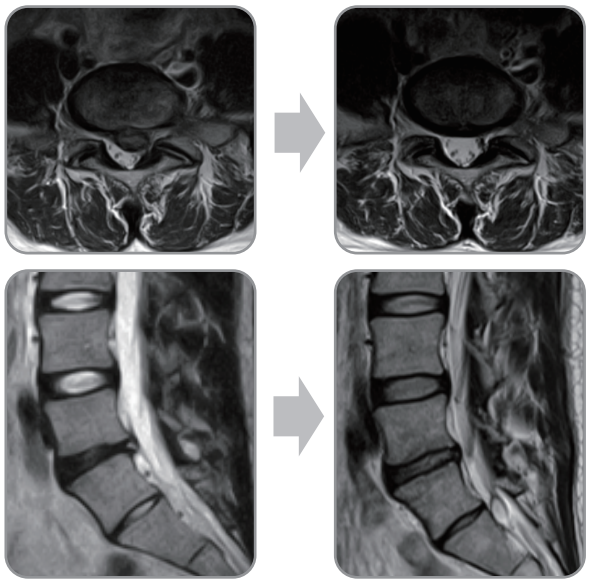
Примеры регенерации диска

До лечения | После лечения



- Уменьшение грыжи межпозвоночного диска
- Устранение сдавливания нервов

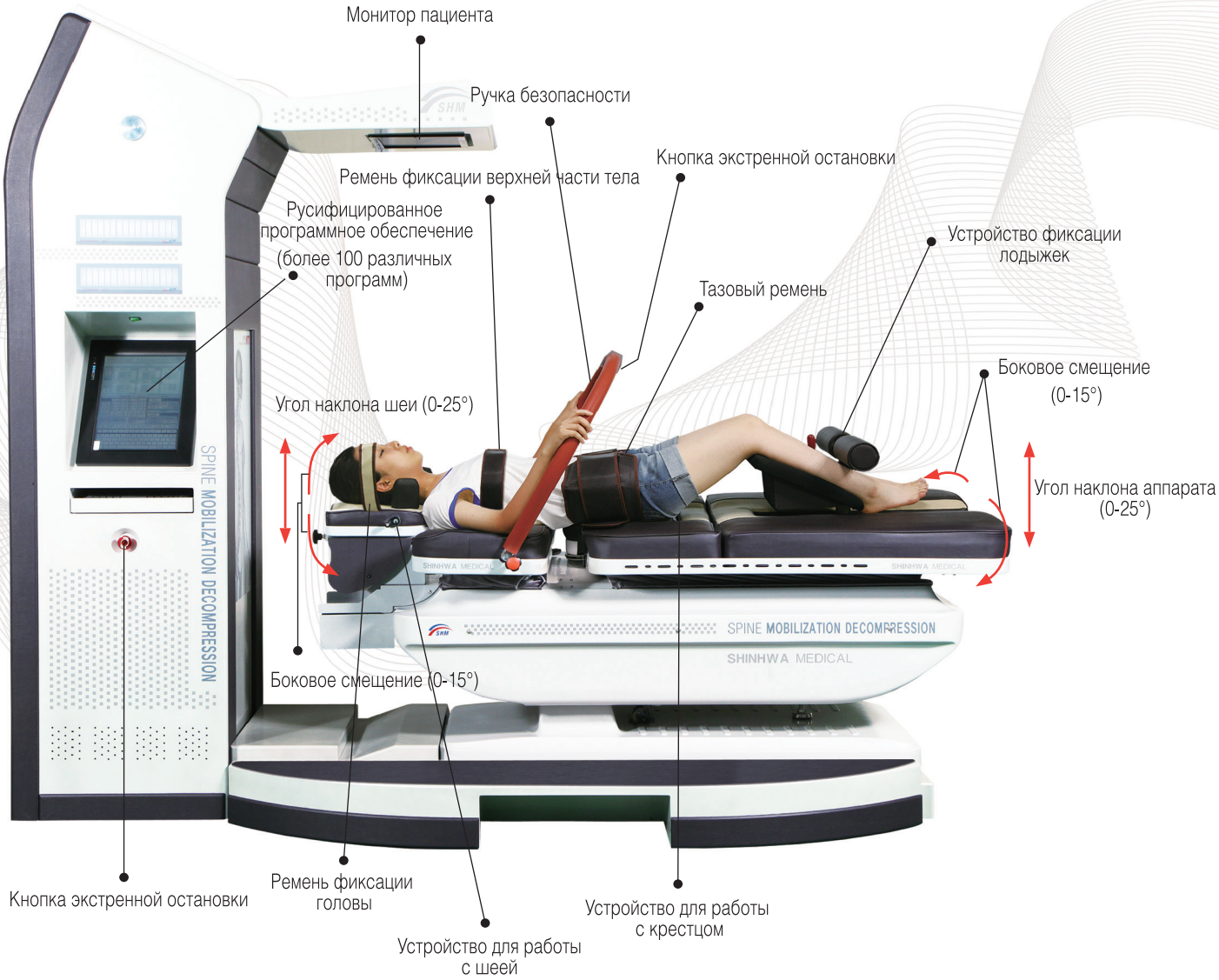
До лечения | После лечения



- Регенерация межпозвоночного диска
- Уменьшение грыжи межпозвоночного диска
- Увеличение высоты диска

Реклама

SpineMT K-1



ПОКАЗАНИЯ

Грыжи межпозвоночных дисков, дегенеративные заболевания позвоночника, стеноз позвоночного канала, сколиоз, фасеточный синдром, миофасциальный болевой синдром, невралгия седалищного нерва, посттравматические состояния, профилактика у людей, ведущих сидячий образ жизни и профессии которых связаны с неудобным (вынужденным, фиксированным) положением тела, а также при активных спортивных и фитнес-тренировках.

Реклама

SpineMT K-1

Новая концепция лечения позвоночника Spine-MT K-1

Мобилизация структур позвоночника

- **Улучшение подвижности дуральной оболочки**
  1. Расширение диапазона движения позвоночника
  2. Улучшение функционирования вертебро-висцеральных связей
- **Улучшение циркуляции цереброспинальной жидкости**
  1. Улучшение питания нервов
  2. Оптимизация проводимости нервов
- **Восстановление функционирования вегетативной нервной системы**
  1. Устранение мышечного спазма
  2. Снятие боли

3-хмерная декомпрессия (вытяжение)

- **Регенерация диска**
  1. Ритмично-физиологическое изменение высоты диска и его разгрузка
  2. Улучшение доставки питательных веществ
  3. Активизация внутридискового метаболизма
  4. Запуск регенеративных процессов
  5. Увеличение высоты поврежденного диска
  6. Уменьшение протрузии и грыжи диска

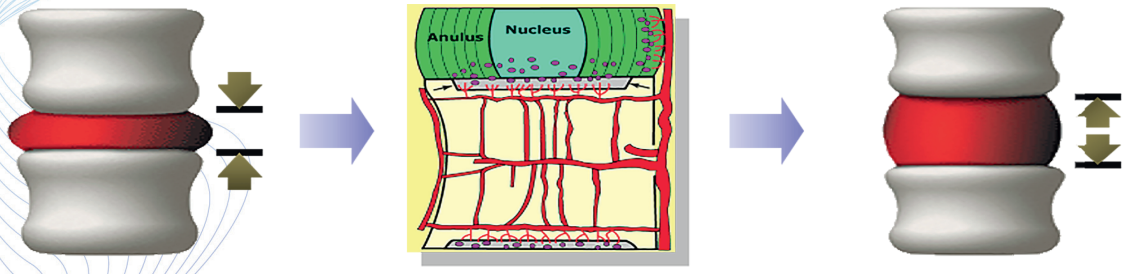
Реклама

ISO13485/2012

0068

Просто расслабьтесь на аппарате Spine MT с комфортной декомпрессией (вытяжением)
30-минутный сеанс – это как ощущение невесомости

Механизмы регенерации и восстановления диска



До лечения

Нервы раздражаются или сдавливаются из-за уменьшения высоты дисков вследствие нехватки питательных веществ и дегенеративных изменений, которые возникают при избыточном весе, гиподинамии, травмах и других состояниях

Во время лечения

Применение системы 3D-декомпрессии уменьшает размеры грыжи межпозвонкового диска, усиливает микроциркуляцию в концевых пластинках позвонка, обеспечивая диски питательными веществами и кислородом

После лечения

Межпозвонковый диск восстанавливается с увеличением его высоты, что ведёт к декомпрессии нервов и снятию болевого синдрома

SPINE MT K-1

Модель: SPINE MT K-1
Размеры: 1776(д)x693(ш)x861(в)
Вес: 150 кг
Блок управления: 600(д)x700(ш)x2274(в)
Вес: 80 кг
Входное напряжение: 220 В, 50-60 Гц
Потребление электричества: 400 В·А

Аконит-М

сайт: www.spine-mt.ru
e-mail: info@spine-mt.ru
тел.: +7-495-5404711
ООО «Аконит-М»
141321, Московская обл., г. Краснозаводск, ул. Горького д. 2

Реклама

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Российская академия медико-социальной реабилитации открывает новый формат обучения – онлайн-школу, посвященную новым реабилитационным практикам, здоровому образу жизни, антивозрастной медицине, дефектологии.

Учитывая разницу во времени регионов, мы не стали привязывать процесс обучения к конкретному времени вебинаров и других мероприятий, вся информация доступна круглосуточно в offline-режиме. Наша собственная образовательная платформа позволяет обучаться слушателю в любом месте, используя только планшет, смартфон или ноутбук. Прогресс обучения и общение с кураторами максимально технологичны и оперативны.

В данный момент доступны две программы: «Техники точечного массажа» и «Практические вопросы антивозрастной медицины», и в ближайшее время мы планируем запуск курса, посвященного актуальным вопросам дефектологии и логопедии.

Нам важно дать Вам актуальные знания, поэтому для каждого из наших курсов подбираем специалиста в конкретной области с высокой квалификацией. Так, о точечном массаже рассказывает Юрий Петрович Макаров — заслуженный врач РФ, кандидат медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой рефлексотерапии нашей академии, врач-рефлексотерапевт с многолетним стажем.

Мы действуем на основании лицензии, выданной Департаментом образования города Москвы и выдаем документы об образовании установленного образца.

Узнать об этом и других наших образовательных программах можно на сайте — **https://ramsr.ru/**

Два раза в год наша академия проводит Международную школу медико-социальной реабилитации. В школу приезжают участники со всей России и стран ближнего и дальнего зарубежья. Каждую школу мы стараемся посвятить одной или нескольким смежным сложным реабилитационным проблемам. Весенняя школа медико-социальной реабилитации была сосредоточена вокруг вопросов онкореабилитации, а грядущую осеннюю сессию планируется посвятить посттравматической социальной реабилитации.

Анонс предстоящей школы мы опубликуем на нашем сайте в конце августа. https://ramsr.ru/

Реклама

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы значимые результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

ТЕМАТИКА ЖУРНАЛА: медицина, здравоохранение, образование, спорт, социальная защита.

ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДАКЦИЮ

I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. К публикации принимаются обзорные статьи, оригинальные исследования, клинические наблюдения, лекции, краткие сообщения. Основными требованиями к принимаемым статьям являются актуальность, новизна материала и его ценность в теоретическом и/или практическом аспектах.

2. Статьи, отправленные ранее к публикации в другие издания, к печати не допускаются.

3. В конце статьи должны быть собственноручные подписи всех авторов, полностью указаны фамилия, имя, отчество, индекс и почтовый адрес учреждения, в котором работает автор (либо домашний адрес — по желанию), телефон и e-mail лица, ответственного за переписку.

4. К статье должна прилагаться рецензия (не более 2 стр.) уровня д.м.н., профессора, не входящих в состав авторов.

5. Статья и сопроводительные документы отправляются на электронный адрес: lfksport@ramsr.ru.

6. Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman, кегль — 12, междустрочный интервал — 1,5, отступ первой строки — 1,25 см. Это правило распространяется на все разделы статьи, включая таблицы и рисунки.

7. Оригинальная статья должна содержать результаты собственных исследований. Объем оригинальной статьи (включая иллюстрации и таблицы, но не включая список литературы) не должен превышать 12 страниц. Объем клинического наблюдения — не более 8 страниц. В обзоре литературы и лекции допускается объем в 15 страниц.

8. Структура статьи оригинального исследования должна быть следующей: введение, отражающее основную суть вопроса, актуальность темы, цель и задачи исследования, материалы и методы, полученные результаты, выводы, список литературы, иллюстративный материал. Описания клинических случаев, обзоры, лекции, краткие сообщения могут иметь другую структуру.

9. Для всех статей обязательно написание резюме с ключевыми словами на русском и английском языках. Резюме приводятся на отдельных страницах. Объем каждого резюме — не более 1/3 страницы. В английском резюме обязательно переводят фамилии и инициалы авторов, название, полное наименование учреждения.

10. В тексте статьи допускается использование общепринятых сокращений (единицы измерения, физические, химические и математические величины и термины) и аббревиатур. Все вводимые автором буквенные обозначения должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании. При введении аббревиатуры ее следует написать в круглых скобках после расшифровки, далее использовать только аббревиатуру.

11. В тексте статьи библиографические ссылки даются

в квадратных скобках номерами в соответствии с пристатейным списком литературы. Цитируется не более 25 источников литературы. Автор несет ответственность за правильность оформления библиографических данных.

12. Все источники литературы должны быть пронумерованы в порядке цитирования, а их нумерация должна строго соответствовать нумерации в тексте статьи. Указываются все авторы статьи, указание «и др. (et al.)» – не допускается, так как сокращение авторского коллектива до 2-3 фамилий влечет за собой потерю цитируемости неназванных соавторов. Литература должна указываться с названием статей. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

13. Статьи, принятые к печати, проходят стадию научного редактирования. Редакция оставляет за собой право сокращать и исправлять статьи. Датой поступления статьи считается время поступления окончательного варианта статьи.

II. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА И ШАПКИ

(можно скачать в формате Microsoft Word на сайте издания http://lfksport.ru/)

III. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РИСУНКАМ И ТАБЛИЦАМ

1. Рисунки с подписями должны быть сверстаны в том месте статьи, где они должны располагаться. Отдельно присылается файл в формате рисунка.

2. Формат файла — eps (Adobe Illustrator, не ниже CS3), TIFF (расширение *.tiff, 300 dpi), jpg или bitmap (битовая карта) — 600 dpi (пиксели на дюйм).

3. Ширина рисунка — не более 180 мм, желательно не использовать ширину от 87 до 157 мм, высота рисунка — не более 230 мм (с учетом запаса на подрисуночную подпись), размер шрифта подписей на рисунке — не менее 7 pt (7 пунктов).

4. Таблицы должны быть сверстаны в том месте, где они должны располагаться. Сверху справа необходимо обозна

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!
ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫМ В РЕДАКЦИЮ

чить номер таблицы, ниже дается ее название. Сокращения слов в таблицах не допускаются. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте и обязательно должны быть обработаны статистически.

5. Если рисунок или таблица одна, то номер им не присваивается.

6. Каждый рисунок или таблица должны иметь единообразный заголовок и расшифровку всех сокращений. В подписях к графикам указываются обозначения по осям абсцисс и ординат и единицы измерения, приводятся пояснения по каждой кривой.

IV. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

(можно скачать в формате Microsoft Word на сайте издания http://lfksport.ru/)

Все статьи публикуются на бесплатной основе.

ВНИМАНИЮ АВТОРОВ!
ПОЛОЖЕНИЕ О ПОРЯДКЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПОСТУПИВШИХ В РЕДАКЦИЮ ЖУРНАЛА «ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗКУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ МЕДИЦИНА»

1. Рукописи (далее статьи), поступившие в редакцию журнала «Лечебная физкультура и спортивная медицина», проходят через институт рецензирования.

2. Формы рецензирования статей:
- рецензирование непосредственно в редакции (главным редактором журнала или его заместителем);
- рецензия в приложении к статье, направляемой автором (см. ниже рекомендуемые план и оформление рецензии); в качестве рецензента не могут выступать научный руководитель или консультант диссертанта;
- дополнительное рецензирование ведущими специалистами отрасли, в том числе из состава редакционной коллегии и редакционного совета журнала.

3. Результаты рецензирования сообщаются автору.

Рекомендуемые план и оформление рецензии:

1. Исходные данные по статье (наименование статьи, Ф.И.О. автора статьи).
2. Рецензия:

2.1. Актуальность представленного материала, научная новизна представленного материала).

2.2. Мнение рецензента по статье (оригинальность представленных материалов, грамотность изложения, ценность полученных результатов, апробация, замечания по статье).

2.3. Заключение (возможные варианты):
- статья рекомендуется к опубликованию;
- статья рекомендуется к опубликованию после исправления указанных замечаний (без повторного рецензирования);
- статья требует серьезной доработки с учетом указанных замечаний (с последующим повторным рецензированием);
- статья не рекомендуется к опубликованию;
- иное мнение.

3. Личные данные рецензента (фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, место работы, занимаемая должность).

4. Рецензия подписывается рецензентом. Подпись заверяется.

Полезная информация для авторов на сайте www.lfksport.ru

- Рукописи авторам не возвращаются.
- При несоблюдении вышеизложенных требований к материалам редакция за качество публикации ответственности не несет.
- При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Редколлегия

Статьи направлять по адресу:
119634, г. Москва, ул. Лукинская, д. 14, стр. 1
Редакция журнала «Лечебная физкультура и спортивная медицина».
Тел.: (495) 755-61-45, (495) 784-70-06, +7 (926) 563-31-50
Факс: (495) 755-61-44.
E-mail: lfksport@ramsr.ru