ISSN (print) 2658-4522
ISSN (online) 2658-7580

Физическая и Реабилитационная Медицина

PHYSICAL AND REHABILITATION MEDICINE

Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina

Главный редактор
Г.Н. Пономаренко

Научно-практический журнал

УЧРЕДИТЕЛЬ:
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации

Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-74635 от 24.12.2018 г.

Издается ежеквартально.

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается с письменного разрешения редакции.

Ссылка на журнал **«Физическая и реабилитационная медицина»** обязательна.

ИЗДАТЕЛЬ:
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации

В журнале публикуются результаты научных исследований по специальностям:

14.01.15 Травматология и ортопедия

14.02.03 Общественное здоровье и здравоохранение

14.03.11 Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

Компьютерная верстка С.Гаврилова

Адрес редакции:
195067, Санкт-Петербург,
ул. Бестужевская, д. 50
E-mail: journal@center-albreht.ru
Сайт: www.center-albreht.ru

Подписано в печать 25.03.2021

Том 3 № 1, 2021

Физическая и реабилитационная медицина

Том 3 № 1, 2021

Главный редактор

Пономаренко Геннадий Николаевич, д-р мед. наук, проф., заслуженный деятель науки Российской Федерации (Санкт-Петербург, Россия)

Заместитель главного редактора

Щербина Константин Константинович, д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Владимирова Оксана Николаевна, канд. мед. наук, доц. (Санкт-Петербург, Россия)

Ответственный секретарь

Ермоленко Татьяна Валериевна, канд. мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Редакционная коллегия

Ачкасов Евгений Евгеньевич, д-р мед. наук, проф. (Москва, Россия)

Бадтиева Виктория Асланбековна, д-р мед. наук, проф., член-корреспондент РАН (Москва, Россия)

Баиндурашвили Алексей Георгиевич, д-р мед. наук, проф., академик РАН (Санкт-Петербург, Россия)

Дидур Михаил Дмитриевич, д-р мед. наук, проф. (Санкт-Петербург, Россия)

Евсеев Сергей Петрович, д-р пед. наук, проф., член-корреспондент РАО (Санкт-Петербург, Россия)

Корчажкина Наталья Борисовна, д-р мед. наук, проф. (Москва, Россия)

Мохов Дмитрий Евгеньевич, д-р мед. наук, доц. (Санкт-Петербург, Россия)

Разумов Александр Николаевич, д-р мед. наук, проф., академик РАН (Москва, Россия)

Сокуров Андрей Владимирович, д-р мед. наук (Санкт-Петербург, Россия)

Чернякина Татьяна Сергеевна, д-р мед. наук, проф. (Санкт-Петербург, Россия)

Шведовченко Игорь Владимирович, д-р мед. наук, проф. (Санкт-Петербург, Россия)

Редакционный совет

Быков Анатолий Тимофеевич, д-р мед.наук, проф., член-корреспондент РАН (г. Сочи, Россия)

Ефименко Наталья Викторовна, д-р мед. наук, проф. (г. Ессентуки, Россия)

Каладзе Николай Николаевич, д-р мед. наук, проф. (г. Евпатория, Россия)

Питкин Марк Рафаилович, д-р тех. наук, проф. (Бостон, США)

Портнов Вадим Викторович, д-р мед. наук, проф. (Москва, Россия)

Пузин Сергей Никифорович, д-р мед. наук, проф., академик РАН (Москва, Россия)

Романов Александр Иванович, д-р мед. наук, проф., академик РАН, заслуженный врач Российской Федерации, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (Москва, Россия)

Салтышев Михаил, д-р мед. наук (г. Турку, Финляндия)

Сиваков Александр Павлович, д-р мед. наук, проф. (г. Минск, Республика Беларусь)

Смычёк Василий Борисович, д-р мед. наук, проф. (г. Минск, Республика Беларусь)

Physical and Rehabilitation Medicine

Vol. 3 No 1, 2021

Editor-in-Chief

Gennadiy Ponomarenko, Dr. Med. Sci., Professor (St. Petersburg, Russia)

Deputy Editor-in-Chief

Konstantin Shcherbina, Dr. Med. Sci. (St. Petersburg, Russia)

Oxana Vladimirova, PhD Med. Sci., Associate Professor (St. Petersburg, Russia)

Executive Secretary of the Editorial Board

Tatiana Ermolenko, PhD Med. Sci. (St. Petersburg, Russia)

Editorial Board

Evgeny Achkasov, Dr. Med. Sci., Professor (Moscow, Russia)

Victoria Badtieva, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Aleksey Baindurashvili, Dr. Med. Sci., Professor, Member of the Russian Academy of Sciences (St. Petersburg, Russia)

Mikhail Didur, Dr. Med. Sci., Professor (St. Petersburg, Russia)

Sergey Evseev, Dr. Ped. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Education (St. Petersburg, Russia)

Natalia Korchazhkina, Dr. Med. Sci., Professor (Moscow, Russia)

Dmitry Mokhov, Dr. Med. Sci., Associate Professor (St. Petersburg, Russia)

Alexandr Razumov, Dr. Med. Sci., Professor, Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Andrey Sokurov, Dr. Med. Sci. (St. Petersburg, Russia)

Tatiana Chernyakina, Dr. Med. Sci., Professor (St. Petersburg, Russia)

Igor Shvedovchenko, Dr. Med. Sci., Professor (St. Petersburg, Russia)

Editorial Council

Anatoly Bykov, Dr. Med. Sci., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Sochi, Russia)

Natalia Efimenko, Dr. Med. Sci., Professor (Yessentuki, Russia)

Nikolay Kaladze, Dr. Med. Sci., Professor (Yevpatoria, Russia)

Mark Pitkin, Doctor of Engineering, Professor (Boston, USA)

Vadim Portnov, Dr. Med. Sci., Professor (Moscow, Russia)

Sergey Puzin, Dr. Med. Sci., Professor, Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

Alexandr Romanov, Dr. Med. Sci., Professor (Moscow, Russia)

Mikhail Saltychev, Dr. Med. Sci. (Turku, Finland)

Alexandr Sivakov, Dr. Med. Sci., Professor (Minsk, Republic of Belarus)

Vasil Smychek, Dr. Med. Sci., Professor (Minsk, Republic of Belarus)

СОДЕРЖАНИЕ

Том 3 № 1, 2021

ОТ РЕДАКТОРА 5

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Питкин М.Р.
ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТОНА И СИСТЕМА САНОМЕХАНИКА (SANOMECHANICS®) В ПРИМЕНЕНИИ К ПРОФИЛАКТИКЕ ОСТЕОАРТРИТА ПОСЛЕ ОДНОСТОРОННЕЙ АМПУТАЦИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ 8

Дидур М.Д., Курникова М.В., Чередниченко Д.В., Приданникова В.Д.
РЕСПИРАТОРНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ. ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОНЯТИЙНОЙ И ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ ГАРМОНИЗАЦИИ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР) 19

Качковский М.А, Качковская Т.А, Билёва Н.А.
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТА С ТЯЖЕЛЫМ ТЕЧЕНИЕМ COVID-19 В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ 28

Кольцов А.А., Джомардлы Э.И.
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДЕТСКОГО ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛИЧА (НАУЧНЫЙ ОБЗОР). ЧАСТЬ 1: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПАСТИЧЕСКИХ ФОРМ 36

Иванова В.А., Кормушкина Е.А.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА 48

Спектор В.С., Монахова М.И., Киракозов Л.Р.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИМИ ИЗДЕЛИЯМИ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА: ПРОТЕЗ С ПРИЗНАКАМИ ОРТЕЗА ИЛИ ОРТЕЗ С ПРИЗНАКАМИ ПРОТЕЗА 54

Щербина К.К., Головин М.А., Владимирова О.А.
ОБЗОР МЕТОДОВ ЛОКАЛЬНОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕРВОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ 61

Голубева Ю.Б., Горелова И.К., Галаудина В.В., Гиниятуллов Д.Р.
ПРОБЛЕМА НОРМАТИВНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ 72

ХРОНИКА

Информация об образовательной деятельности ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России по программам повышения квалификации специалистов в рамках дополнительного профессионального образования в сфере комплексной реабилитации инвалидов и абилитации детей-инвалидов, протезирования и ортезирования на 2021 г. 83

Правила для авторов статей журнала «Физическая и реабилитационная медицина» 89

CONTENTS

Vol. 3 No. 1, 2021

EDITORIAL 5

ORIGINAL RESEARCHES

Pitkin M.R.
INTERNAL HYDRAULIC EXOSKELETON THEORY AND THE SANOMECHANICS® SYSTEM AS FOR PREVENTION OF OSTEOARTHRITIS AFTER UNILATERAL LOWER LIMB AMPUTATION 8

Didur M.D., Kurnikova M.V., Cherednichenko D.V., Pridannikova V.D.
RESPIRATORY REHABILITATION. SELECTED ISSUES OF CONCEPTUAL AND TERMINOLOGICAL HARMONIZATION (SCIENTIFIC REVIEW) 19

Kachkovskii M.A., Kachkovskaia T.A., Bileva N.A.
PRACTICAL ASPECTS OF REHABILITATION OF A PATIENT WITH SEVERE COVID-19 AT HOME 28

Koltsov A.A., Dzhomardly E.I.
GENERAL ISSUES OF CEREBRAL PALSY IN CHILDREN (A SCIENTIFIC REVIEW). PART 1: ETIOLOGY, PATHOGENESIS AND CLINICAL FEATURES OF SPASTIC FORMS 36

Ivanova V.A., Kormushkina E.A.
APPLICATION OF THE METHOD OF BIOACOUSTIC CORRECTION IN THE REHABILITATION OF YOUNG CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS 48

Spektor V.S., Monakhova M.I., Kirakozov L.R.
PROVIDING PATIENTS WITH PROSTHETIC AND ORTHOPEDIC PRODUCTS OF A COMBINED TYPE: A PROSTHESIS WITH SIGNS OF AN ORTHOSIS OR AN ORTHOSIS WITH SIGNS OF A PROSTHESIS 54

Shcherbina K.K., Golovin M.A., Vladimirova O.A.
A REVIEW OF METHODS FOR LOCAL PREVENTION OF ATTENUATION OF ELECTRICAL SIGNALS WHEN RECORDING THE ELECTRICAL ACTIVITY OF NERVES IN THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM 61

Golubeva Yu. B., Gorelova I. K., Galaudina V. V., Giniyatullov D. R.
THE PROBLEM OF NORMATIVE LEGAL REGULATION OF ORTHOPEDIC FOOTWEAR CIRCULATION 72

CHRONICLE

Information about the educational activities of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled n. a. G.A. Albrecht" of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation on advanced training programs for specialists in the framework of additional professional education in the field of complex rehabilitation of disabled people and habilitation of disabled children, prosthetics and orthoses for 2021 83

Instructions for authors of articles of the journal *Physical and Rehabilitation Medicine* 89

Дорогие читатели!

ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России продолжает сохранять лидерские позиции в разработке новых научно обоснованных восстановительно-реабилитационных технологий и реабилитационных программ для пациентов из числа инвалидов и пожилых граждан, в том числе после перенесенной пневмонии, ассоциированной с коронавирусной инфекцией (COVID-19), вызванной коронавирусом тяжёлого острого респираторного синдрома – 2 (SARS CoV 2).

Пациенты, особенно с хроническими заболеваниями, после перенесенного инфекционного заболевания, вызванного коронавирусом SARS CoV 2, и интенсивной терапии могут после выздоровления предъявлять жалобы на кашель, одышку, боли в грудной клетке, общую слабость, нарушение обоняния, мышечные боли, дисфункцию органов пищеварения. Нередкими также могут быть жалобы на тахикардию, повышенную тревожность, забывчивость, трудности при концентрации внимания, раздражительность, апатию, эмоциональную лабильность, бессонницу. Сохраняющиеся жалобы значительно снижают качество жизни пациентов и требуют проведения своевременных реабилитационных мероприятий.

Специалистами нашей организации разработана специализированная комплексная программа восстановления организма, которая предназначена для пациентов, которые перенесли пневмонию, ассоциированную с коронавирусной инфекцией (COVID-19), вызванной коронавирусом тяжёлого острого респираторного синдрома – 2 (SARS CoV 2), в стационаре или домашних условиях. Для наибольшей эффективности её целесообразно проводить в период 10–12 месяцев от момента выздоровления с учётом прогнозируемых последствий перенесенного заболевания для разных групп инвалидов, пожилых граждан, а также возможных

Dear readers!

The Ministry of Labour of the Russian Federation continues to maintain its leading position in the development of new scientifically based rehabilitation technologies and rehabilitation programs for patients with disabilities and senior citizens, including after suffering from pneumonia associated with coronavirus infection (COVID-19) caused by the Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2 (SARS-CoV-2).

Patients, especially with chronic diseases, after suffering from an infectious disease caused by the SARS-CoV-2 coronavirus and intensive care, may complain of cough, shortness of breath, chest pain, general weakness, impaired sense of smell, muscle pain, and digestive dysfunction after recovery. Frequent complaints may also include tachycardia, increased anxiety, forgetfulness, difficulty concentrating, irritability, apathy, emotional lability, insomnia. Persistent complaints significantly reduce the quality of life of patients and require timely rehabilitation measures.

The specialists of our organization have developed a specialized comprehensive program for the recovery of the body, which is intended for patients who have suffered pneumonia associated with coronavirus infection (COVID-19) caused by the Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus 2 (SARS-CoV-2), in the hospital or at home. For the greatest effectiveness, it is advisable to carry out it in the period of 10–12 months from the moment of recovery, taking into account the predicted consequences of the disease for different groups of disabled people, senior citizens, as well as possible risks of infection of other persons and personnel of medical and rehabilitation

рисков заражения других лиц и персонала медицинских и реабилитационных организаций. В основу восстановительного лечения положен патогенетический синдром направленности коррекционного воздействия, при котором реабилитационные мероприятия направлены преимущественно на улучшение вентиляции лёгких, газообмена, бронхиального клиренса и кровообращения, снижение ограничений мобильности, коммуникации и самообслуживания, а также на повышение общей выносливости пациентов.

Эффективность комплексной программы восстановления организма пациента после перенесенной пневмонии, ассоциированной с коронавирусной инфекцией (COVID-19), доказана в статье профессора М.А. Качковского с соавт. «Практические аспекты реабилитации пациента с тяжелым течением COVID-19 в домашних условиях». Читателям журнала будет интересным ознакомиться с историческими аспектами формирования понятия «респираторная реабилитация» по данным российских и зарубежных исследований, которые изложены в статье профессора М.Д. Дидура «Респираторная реабилитация. Отдельные вопросы понятийной и терминологической гармонизации (научный обзор)». В этой научной публикации приводятся данные о проведении современных доказательных исследований, определяющих структуру и эффективность программ респираторной реабилитации.

Известно, что после односторонней ампутации нижней конечности сохранённая нога испытывает при ходьбе асимметрично бóльшие нагрузки, чем до операции. Перегрузка суставов ведёт к развитию посттравматического артрита, что негативно влияет на эффективность протезирования, существенно снижая качество жизни пациента. Профессор Тафтского университета М.Р. Питкин (США) в своей научной публикации «Теория внутреннего гидравлического экзоскелетона и система Саномеханика (Sanomechanics®) в применении к профилактике остеоартрита после односторонней ампутации нижней конечности» предлагает новый подход к реабилитационным методикам с целью повышения их эффективности в предотвращении перегрузки суставов как одной из причин посттравматического артрита. Усовершенствование существующих реабилитационных методик элементами Саномеханики (Sanomechanics®) позволяет, по мнению автора, поддерживать и восстанавливать ранее не выделявшуюся физиологическую систему так называемого «внутреннего гидравлического экзоскелетона», которая охватывает весь костный скелет и включает в себя суставные сумки, надкостницу, энтезы и поднадкостничную жидкость и предохраняет суставные хрящи от перегрузки.

organizations. The restorative treatment is based on the pathogenetic syndrome of the direction of corrective action, in which rehabilitation measures are mainly aimed at improving lung ventilation, gas exchange, bronchial clearance and blood circulation, reducing mobility restrictions, communication and self-service, as well as increasing the overall endurance of patients.

The effectiveness of a comprehensive program for restoring the patient's body after suffering from pneumonia associated with coronavirus infection (COVID-19) is proved in the article *Practical Aspects of Rehabilitation of a Patient with Severe COVID-19 at Home* by Professor M.A. Kachkovsky et al. Readers of the journal will be interested to get acquainted with the historical aspects of the formation of the concept of 'respiratory rehabilitation' according to Russian and foreign studies, which are set out in the article *Respiratory Rehabilitation. Selected Issues of Conceptual and Terminological Harmonization (Scientific Review)* by Professor M.D. Didur. This scientific publication provides data on the conduct of modern evidence-based studies that determine the structure and effectiveness of respiratory rehabilitation programs.

It is known that after unilateral amputation of the lower limb, the preserved leg experiences asymmetrically greater loads when walking than before the operation. Overloading of the joints leads to the development of post-traumatic arthritis, which negatively affects the effectiveness of prosthetics, significantly reducing the quality of life of the patient. Professor M.R. Pitkin (Tufts University, USA) in his scientific publication *Internal Hydraulic Exoskeleton Theory and the Sanomechanics® System as for Prevention of Osteoarthritis after Unilateral Lower Limb Amputation* suggests a new approach to rehabilitation techniques in order to increase their effectiveness in preventing joint overload as one of the causes of post-traumatic arthritis. The improvement of existing rehabilitation techniques with elements of Sanomechanics® allows, according to the author, to maintain and restore a previously unallocated physiological system of the so-called 'internal hydraulic exoskeleton', which covers the entire bone skeleton and includes joint bags, periosteum, enteses and subcostal fluid and protects articular cartilage from overload.

Читателям будут интересны и другие научные работы, рассматривающие актуальные вопросы развития реабилитационных технологий, которые представлены на страницах данного номера журнала.

Мы по-прежнему с надеждой смотрим в будущее и всегда готовы сотрудничать со всей заинтересованной аудиторией для организации межведомственного и междисциплинарного взаимодействия, обмена передовым опытом, внедрения инновационных реабилитационных технологий и решения актуальных проблем.

С уважением,
главный редактор журнала,
Заслуженный деятель науки Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор,
генеральный директор ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России
Г.Н. Пономаренко

Readers would also be interested in other scientific papers dealing with topical issues of the development of rehabilitation technologies, which are presented on the pages of this issue of the journal.

We continue to look forward to the future with hope and are always ready to co-operate with all interested audiences to organize interdepartmental and interdisciplinary interaction, exchange best practices, introduce innovative rehabilitation technologies and solve current problems.

Sincerely,
Editor-in-Chief of the journal,
Honored scientist of the Russian Federation,
Grand PhD in Medical sciences, Professor,
Director of the Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled n.a. G.A. Albrecht" of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation,
G.N. Ponomarenko

УДК 616.72-07 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-8-18*

ТЕОРИЯ ВНУТРЕННЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ЭКЗОСКЕЛЕТОНА И СИСТЕМА САНОМЕХАНИКА (SANOMECHANICS®) В ПРИМЕНЕНИИ К ПРОФИЛАКТИКЕ ОСТЕОАРТРИТА ПОСЛЕ ОДНОСТОРОННЕЙ АМПУТАЦИИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Питкин М.Р.

Тафтский университет, Бостон, MA 02111, США

Резюме

Введение. После односторонней ампутации нижней конечности сохраненная нога испытывает при ходьбе асимметрично большие нагрузки, чем до операции. Перегрузка суставов ведет к развитию посттравматического артрита, что негативно влияет на эффективность протезирования, существенно снижая качество жизни пациента. Предлагается новый подход к реабилитационным методикам с целью повышения их эффективности в предотвращении перегрузки суставов как одной из причин посттравматического артрита.

Данный подход заключается во введении в существующие методики элементов Саномеханики (Sanomechanics®), разработанной автором, как общеукрепляющей системы психофизических упражнений. Отличительной особенностью Саномеханики является ее фокусирование на поддержании и восстановлении ранее не выделяемой физиологической системы, предохраняющей суставные хрящи от перегрузки. Система, названная «внутренний гидравлический экзоскелетон», охватывает весь костный скелет и включает в себя суставные сумки, надкостницу, энтезы и поднадкостничную жидкость.

Цель. Целью работы являлось предложить минимальное количество упражнений, развивающих способность выдерживать прыжковые нагрузки, для включения в реабилитационные методики клиники протезирования, а также модифицировать систему тренировки, чтобы помочь пациентам без предварительной атлетической подготовки овладеть рекомендованными упражнениями в короткие сроки и убедить их сделать эти упражнения ежедневной практикой.

Материалы и методы. Исследовались особенности соединения мышц с костями скелета, которые можно было бы связать со строением и работой системы «внутренний гидравлический экзоскелетон». Концепция внутреннего гидравлического экзоскелетона была использована в качестве смыслового фильтра для анализа известных традиционных методик физического совершенствования, связанных с экстремальными нагрузками прыжкового типа. При анализе ставились две задачи: выделить минимальное количество упражнений, развивающих способность выдерживать прыжковые нагрузки, которые можно рекомендовать для включения в реабилитационные методики клиники протезирования; предложить систему тренировки, чтобы помочь пациентам без предварительной атлетической подготовки овладеть рекомендованными упражнениями в короткие сроки и убедить их сделать эти упражнения ежедневной практикой.

Результаты. Несмотря на различия в анализируемых системах тренировки, общим, резонирующим с концепцией внутреннего гидравлического экзоскелетона, оказалось обязательное развитие гибкости в тазовой области. Отобраны упражнения для выполнения в сагиттальной плоскости: продольный шпагат, йоговская «кобра», йоговская «поза ребенка». Во фронтальной плоскости – поперечный шпагат. Данные упражнения модифицированы с возможностью их выполнения в постели после пробуждения по методу Саномеханики. Обучение методу предлагается проводить во время нахождения пациента в клинике до и после протезирования.

Заключение. Предложен для обсуждения и проверки дополнительный элемент реабилитационных мероприятий в клинике протезирования, состоящий в психофизической тренировке системы «внутренний экзоскелетон». Метод включает упражнения для снижения внутрисуставных давлений путем поддержания и восстановления гидростатической передачи и распределения давлений в поднадкостничном слое между тазом и конечностями и между тазом и позвоночником.

Ключевые слова: риск остеоартрита, односторонняя ампутация ноги, система упражнений Саномеханика, надкостница, энтезы.

Питкин М. Р. Теория внутреннего гидравлического экзоскелетона и система Саномеханика (Sanomechanics®) в применении к профилактике остеоартрита после односторонней ампутации нижней конечности // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 8-18. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-8-18.

Pitkin MR. Teoriya vnutrennego gidravlicheskogo e`kzoskeletona i sistema Sanomexanika (Sanomechanics®) v primenenii k profilaktike osteoartrita posle odnostoronnej amputacii nizhnej konechnosti [Internal Hydraulic Exoskeleton Theory and the Sanomechanics® System as for Prevention of Osteoarthritis after Unilateral Lower Limb Amputation]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):8-18. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-8-18 (In Russian).

Питкин Марк Рафаилович / Mark R. Pitkin; e-mail: mpitkin@tuftsmedicalcenter.org

INTERNAL HYDRAULIC EXOSKELETON THEORY AND THE SANOMECHANICS® SYSTEM AS FOR PREVENTION OF OSTEOARTHRITIS AFTER UNILATERAL LOWER LIMB AMPUTATION

Pitkin M. R., PhD, DSc

Tufts University, Boston, MA 02111, USA

Abstract

Introduction. After unilateral amputation of the lower limb, the preserved leg experiences asymmetrically greater loads during walking than before the operation. Overloading of its joints leads to the development of posttraumatic osteoarthritis, which negatively affects the effectiveness of prosthetic rehabilitation, significantly reducing the patient's quality of life. A new approach to rehabilitation techniques is proposed in order to increase their effectiveness in preventing joint overload as one of the causes of posttraumatic osteoarthritis.

This approach consists of the introduction of the elements of Sanomechanics®, developed by the author, as a general strengthening system of psychophysical exercises into existing rehabilitation methods. A distinctive feature of Sanomechanics is its focus on maintaining and restoring a previously undetectable physiological system that protects articular cartilage from overload. The system, called "internal hydraulic exoskeleton," encompasses the entire bony skeleton and includes the bursae, periosteum, entheses, and subperiosteal fluid.

Aim. The aim of the work was to propose a minimum number of exercises that develop a patient's ability to withstand jumping loads for inclusion in the rehabilitation methods of a prosthetics clinic, as well as to modify training systems to help patients without prior athletic training to master the recommended exercises in a short time and help them make these exercises part of their daily practice.

Materials and methods. The connection of muscles with the bones of the skeleton, which could be associated with the structure and operation of the "internal hydraulic exoskeleton" system, were investigated. The concept of the internal hydraulic exoskeleton was used as a semantic filter for the analysis of well-known traditional methods of physical improvement associated with extreme loads of the jumping type. The analysis set two tasks: to select the minimum number of exercises that develop the ability to withstand jumping loads, which can be recommended for inclusion in the rehabilitation methods of a prosthetics clinic; to offer a training system to help patients with no prior athletic training to master the recommended exercises in a short time and to help them to practice these exercises daily.

Results. Despite differences in the analyzed training systems, the general theme consistent with the concept of the internal hydraulic exoskeleton was the development of flexibility in the pelvic region. Selected exercises for performance in the sagittal plane: longitudinal split, "cobra" yoga pose, "child" yoga pose. In the frontal plane, this is the transverse split. These exercises have been modified so that they can be performed in bed after waking up according to the Sanomechanics method. It is proposed to teach the technique while the patient is in the clinic before and after prosthetics services.

Conclusion. An additional element of rehabilitation methods in the prosthetics clinic, consisting of the method of psychophysical training of the internal exoskeleton system, is proposed for discussion and verification. The technique consists of exercises to reduce intra-articular pressures by maintaining and restoring hydrostatic transmission and pressure distribution in the subperiosteal layer between the pelvis and extremities, and between the pelvis and the spine.

Keywords: risk of osteoarthritis, unilateral leg amputation, Sanomechanics exercise system, periosteum, entheses.

Введение / Introduction

Остеоартрит (ОА) во всем мире входит в число 50 наиболее распространенных последствий заболеваний и травм, от которых страдают более 250 млн человек или 4 % населения Земли. При этом ОА колена составляет 83 % от ОА других суставов [1].

После односторонней ампутации нижней конечности остеоартрит развивается у 22,2–28,3 % инвалидов, что негативно влияет на эффективность протезирования, существенно снижая качество жизни пациента [2]. Одной из основных причин развития посттравматического артрита считается перегрузка суставов сохраненной ноги вследствие асимметрично больших нагрузок при ходьбе и других видах локомоции [3–6].

Сходные по величине перегрузки суставов характерны для военнослужащих, как в ходе экстремальных тренировок, так и в ходе реальных операций. Так, из-за постоянно высоких нагрузок на суставы ветераны США чаще страдают остеоартритом, хроническими болями и ограничениями физической активности, чем гражданское население [7–9]. У раненных в боях военнослужащих США риск посттравматического остеоартрита (ПТОА) почти в 2,5 раза выше, чем у гражданского населения (28 % против 12 % заболеваемости) [10].

Учитывая отмеченную в нашей предыдущей работе корреляцию между перегрузкой суставов и остеоартитом у военнослужащих и пациентов после односторонней ампутации нижней конечности [11], в данной статье предлагается использовать в клинике протезирования модификацию метода, разработанного автором для военнослужащих [12].

В статье обосновывается гипотеза о том, что внутрисуставные давления в норме существенно ниже, чем принято считать, благодаря работе вновь выявленной физиологической системы. Система, названная «внутренний гидравлический экзоскелетон», включает в себя надкостницу, покрывающую практически весь скелет, и поднадкостничную жидкость. Нарушения ее нормального функционирования приводят к опасным перегрузкам суставов и их дальнейшей патологии [11, 13].

В статье рассматривается возможный подход к совершенствованию профилактики и реабилитации суставной патологии путем поддержания работы системы «внутренний гидравлический экзоскелетон» (ВГЭ). Метод направлен на поддержание работы системы ВГЭ [11, 12] с помощью психофизических упражнений Саномеханика (Sanomechanics®), разработанной автором ранее [14]. Основная идея Sanomechanics® заключается в том, что при нарушении работы системы ВГЭ нарушается передача поднадкостничного давления и может произойти перегрузка хрящей, что приведет к травмам, остеоартриту и другим связанным патологиям. И наоборот, если функционирование ВГЭ адекватно восстановлено и постоянно поддерживается, патологические изменения могут быть эффективно остановлены.

Цель / Aim

Целью работы являлось предложить минимальное количество упражнений, развивающих способность выдерживать прыжковые нагрузки, для включения в реабилитационные методики клиники протезирования, а также модифицировать систему тренировки, чтобы помочь пациентам без предварительной атлетической подготовки овладеть рекомендованными упражнениями в короткие сроки и убедить их сделать эти упражнения ежедневной практикой.

Материалы и методы / Materials and methods

1. Внутренний гидравлический эксоскелетон – предполагаемая морфологическая и физиологическая структура, предохраняющая суставы от перегрузки

Экспериментально подтвержденная передача давления между суставами [13] позволила предположить, что синовиальные капсулы не изолированы друг от друга, как показано на рисунке 1a. Исследование [13], проведенное с помощью установки, показанной на рисунке 1b показало, что внутрисуставное давление передается между суставами в поднадкостничном пространстве (рис. 1c). Это продемонстрировало прохождение давления через поднадкостничную жидкость, окружающую таз, и позволило предположить дальнейшее прохождение по позвоночнику (рис. 1d).

Данное исследование позволяет предположить, что перегрузка хрящей – следствие изолирования сустава(ов) от неизвестной ранее системы защиты, основанной на гидростатической проводимости давления между суставами в поднадкостничном пространстве.

Чтобы лучше отразить роль системы, чей вклад в антигравитационную функцию опорно-двигательной системы подобен наружно носимым экзоскелетонам [15, 16], мы назвали ее внутренним гидравлическим экзоскелетоном (ВГЭ) [12, 17].

Рассмотрим, какие элементы системы ВГЭ позволяют ей поддерживать себя для снижения рисков, связанных с решением рутинных и особо сложных двигательных задач. Помимо поднадкостничной жидкости, система ВГЭ включает надкостницу и энтезы.

1.1. Надкостница

Надкостница покрывает внешнюю поверхность всех костей, кроме сесамовидных и внутрисуставных головок костей [18, 19]. В надкостнице выделяют внешний фиброзный слой и внутренний слой, обладающий значительным костнообразующим потенциалом и названный Дюамелем в 1742 г. камбием [20], который провел параллель с деревьями, камбий которых отвечает за рост наружных слоев стволов [21]. Поверхностная часть внешнего слоя образована коллагеновым матриксом, состоящим из небольших компактных пучков с вкраплениями удлиненных фибробластов, делающих надкостницу в целом неэластичной [19]. Последнее объясняет способность надкостницы противостоять значительным деформациям растяжения [22] и оправдывает ее роль в гидростатической передаче давления между суставными капсулами через поднадкостничную жидкость в микропространстве между надкостницей и внешней поверхностью кости [13].

1.2. Энтезы

Различают два типа энтезов: фиброзные и фиброзно-хрящевые [23]. Фиброзные энтезы – это комплекс прикрепления к кости сухожилий или связок прямо или косвенно через надкостницу [24]. Фиброзные энтезы обычно связаны с более толстым слоем кортикального слоя кости, чем фиброзно-хрящевые энтезы. Они обеспечивают периостально-диафизарные прикрепления, которые возникают вдоль поверхности длинных костей между их головками. Кроме того, эти энтезы могут быть либо «костными», либо «надкостничными», в зависимости от того, врастает ли сухожилие непосредственно в кость или в надкостницу [24]. Этот тип энтеза встречается в таких мышцах, как дельтовидная, и в мышцах, прикрепляющихся вдоль бедренной кости, например, в большой приводящей мышце [25, 24], как показано на рисунке 2a.

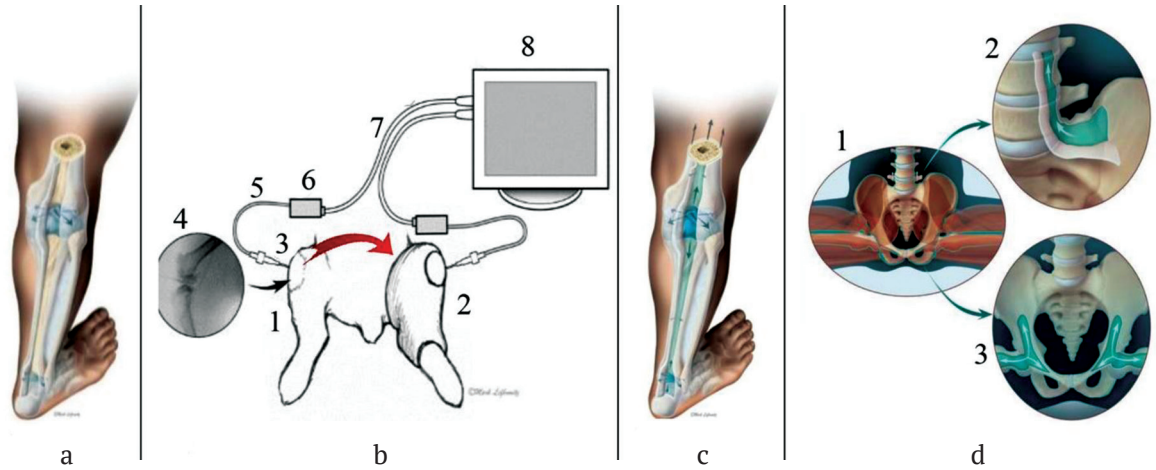


Рис. 1. Экспериментальное подтверждение передачи внутрисуставного давления в поднадкостничном пространстве:
a – традиционное представление о гидравлической изоляции синовиальных капсул друг от друга.
b – установка для одновременного измерения давления в паре суставов [13], один из которых является подвижным (1), а другой фиксируется (2), подтверждающая поднадкостничную гидравлическую передачу давления между контралатеральными суставами (дугообразная стрелка). Канюли (3) вводятся сбоку в суставные капсулы под рентгеновским контролем (4) и соединяются по трубкам (5) с датчиками давления (6); сигналы от датчиков давления (6) передаются по кабелям (7) на монитор (8).
c – иллюстрация феномена передачи давления между суставами через поднадкостничное пространство.
d – эффект оттягивания надкостницы в зонах энтеза при сокращении мышц: в боковом шпагате или при глубоком боковом приседании (1) для облегченания гидравлической передачи давления от ног к позвоночнику (2) и между ногами (3). (Воспроизводится из публикации [12] с разрешения Oxford University Press.)

Figure 1. Experimental confirmation of subperiosteal transmission of the intra-joint pressure
a – traditional teaching of hydraulic isolation of the synovial capsules from each other.
b – setup for simultaneous pressure measurements in a pair of joints, one of which is movable (1) while the other is immobilized by a cast (2), confirming subperiosteal hydraulic transmission of pressures between the contralateral joints (curved arrow). Cannulae (3) are inserted laterally into the joint capsules under X-ray control (4) and connected via a fluid line (5) to the pressure sensor (6); signal from the pressure sensor (6) is transmitted via cable (7) to the monitor (8).
c – artistic illustration of the phenomenon of pressure transmission between joints via the subperiosteal space.
d – pull-out effect of contracting muscles on the periosteum in the entheses zones: in the split or the wide squat position (1) on facilitation of the hydraulic transmission of pressures from the legs to the spine (2) and between the legs (3). (Adopted from [12] with permission from Oxford University Press.)

Рис. 2. Примеры энтезов, влияющих на объем поднадкостничного пространства.
a – Adductor magnus (большая приводящая мышца). Начало: лобковая и седалищная кости. Прикрепление: шероховатая линия бедренной кости, медиальный надмыщелок бедренной кости.
b – Psoas major (большая поясничная мышца). Начало: боковая поверхность тел XII грудного, четырёх верхних поясничных позвонков. Прикрепление: соединяясь с пучками подвздошной мышцы, образует общую подвздошно-поясничную мышцу. Изображения воспроизводятся с разрешения 3D4Medical's Complete Anatomy (https://3d4medical.com) и 3D4Medical Elsevier

Figure 2. Examples of the entheses able to change the volume of the subperiosteal space.
a – Adductor magnus. Origin: interior pubic ramus; ramus of ischium; ischial tuberosity. Insertion: gluteal tuberosity; linea aspera; medial supracondylar line; adductor tubercle.
b – Psoas major. Origin: vertebral bodies of T12–L4, intervertebral discs between T12–L4, transverse processes of L1–L5 vertebrae. Images are courtesy of 3D4Medical's Complete Anatomy (https://3d4medical.com) and 3D4Medical from Elsevier

Некоторые мышцы имеют энтезы обоих типов – фиброзных и фиброзно-хрящевых, как, например большая поясничная мышца. Она берет начало на боковой поверхности тел XII грудного и четырёх верхних поясничных позвонков, а в прикреплении – соединяется с пучками подвздошной мышцы, образуя общую подвздошно-поясничную мышцу (рис. 2b). Совокупность элементов энтеза образуют т.н. «орган энтеза», который включает, помимо прикрепления связки или сухожилия, сесамовидный или периостальный фиброзный хрящ, синовиальную оболочку и, возможно, бурсу [26].

Энтезиты – воспаления энтезов – возникают вследствие чрезмерной физической нагрузки (профессиональный фактор), травматизации, могут быть сопутствующим компонентом воспалительных процессов в организме (специфического и неспецифического характера). Чаще всего они возникают в местах прикрепления сухожилий, фасций, связок к костям, в местах апофизов, бугристостей, мыщелков, отростков. Рядом исследований установлено, что энтезиты были последовательным и ранним признаком развития остеоартрита [27–31].

2. Как представление о новой физиологической системе ВГЭ может быть использовано для профилактики остеоартрита

Поскольку в исследовании [13] мы установили факт передачи внутрисуставного давления от колена одной ноги к колену другой, а также от колена к ипсилатеральному локтю, важнейшим условием работы этого механизма представляется постоянное наличие определенного количества межтканевой жидкости в поднадкостничном пространстве котралатральных бедренных костей, костей таза и позвоночника.

При мышечном натяжении энтезы оттягивают ближайшую часть надкостницы от поверхности кости [32]. Этот факт принципиально важен для нашего представления о ВГЭ, так как периодическое оттягивание надкостницы создает эффект насоса, нагнетающего дополнительное количество жидкости в поднадкостничное пространство. Роль поднадкостничных «насосов» могут играть любые мышцы с энтезами на бедренной кости одновременно с энтезми на костях таза или позвоночника. Примерами таких мышц могут служить большая приводящая мышца (рис. 2a) и большая поясничная мышца (рис. 2b).

Подкачка поднадкостничной жидкости вследствие натяжения мышц – это естественный механизм активации передачи давления между суставами, который работает автоматически и бессознательно. Однако существуют различные факторы, до сих пор не полностью изученные, которые могут создавать препятствия для гидравлического соединения между суставами. Примеры включают инфекцию и воспаление с отеком. Кроме того, после нескольких часов сна расслабленная мускулатура не растягивает надкостницу, как днем, вызывая естественное сокращение ее эластичных тканей. Ее сжатие может привести к вытеснению поднадкостничной жидкости, необходимой для гидравлического соединения одного или нескольких суставов [33]. Прерванная передача давления между суставами заметна по утренней скованности тела, что приводит к частым травмам при первом вставании с постели [34].

Теперь представим, как можно поддерживать и активировать систему ВГЭ для снижения рисков, связанных с перегрузками.

2.1. Программа обучения

Программа обучения будет включать два блока: обучение теории внутреннего гидравлического экзоскелетона и обучение методу Саномеханики.

2.1.1. Обучение теории внутреннего гидравлического экзоскелетона

Этот блок кратко представит научные основы теории естественного внутреннего гидравлического экзоскелетона. Пациентам будет предложено несколько примеров положения тела с использованием приседаний и шпагатов. На рисунке 3 показаны поза сумо (a), поза фехтования (b), поза всадника (c), балетный и гимнастический шпагат (d) и прыжок циркового акробата (e). Общим является то, что все они работают в экстремальных условиях, связанных с высокими и опасными нагрузками на суставы.

Тренировки с раннего детства и постоянная практика этих поз отделяют профессионалов от обычных людей, которыми являются и наши пациенты. Поэтому им будет объяснено, что новый метод психофизической тренировки позволит им в кратчайшие сроки безопасно приблизиться к гибкости в тазобедренных суставах в поясничном отделе позвоночника, которой обладают профессионалы, и тем самым подготовить организм к предстоящим асимметрично большим нагрузкам на суставы.

Важно, что эти упражнения требуют работы мышц, которые в обычной жизни задействованы сравнительно мало. Но именно они, например, большая приводящая мышца (рис. 2a) и большая поясничная мышца (рис. 2b) своим сокращением активизируют и поддерживают поднакостничную передачу давления через тазовую область между ногами и от ног к позвоночнику. Поэтому минимальным количеством упражнений для выполнения в сагиттальной плоскости могут быть: продольный шпагат, йоговская «кобра», йоговская «поза ребенка» [35]. Во фронтальной плоскости – поперечный шпагат.

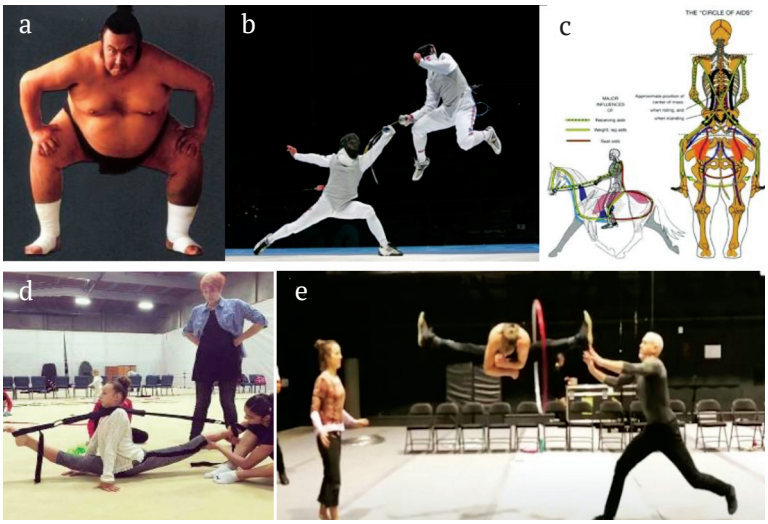


Рис. 3. Общность тренировки широкого приседания и шпагата с потребностью в безопасности костно-мышечной системы во время выполнения прыжков в экстремальных условиях.
a – сумо-приседания; b – фехтовальная поза; c – поза всадника; d – балет и гимнастика; e – прыжок акробата

Figure 3. Intrinsic association between squatting and splitting training and the need for the musculoskeletal system to remain safe while performing in extreme conditions.
a – sumo squat; b – fencing posture; c – horse rider posture; d – ballet and gymnastics splitting; e – circus acrobat split jump

Следует представить теорию поднадкостничной передачи давления между суставами, показанную на рисунке 1d и рисунке 2, и объяснить защитную роль этой передачи и то, что она может работать, если она беспрепятственна, без блокировок, изолирующих сустав от гидравлического экзоскелетона; рассказать об эксперименте (рис. 1b), демонстрирующем передачу давления от циклически согнутого правого колена на иммобилизованное левое колено анестезированных кроликов [11]; отметить, что передача давления происходила через микропространство между надкостницей и поверхностями правой бедренной кости, таза и левой бедренной кости.

Затем продемонстрировать, как позы, изображенные на рисунке 3, расширяют поднадкостничное пространство для беспрепятственного проникновения в него межтканевой жидкости. Упражнения рекомендуется выполнять без протеза на коленях, что позволяет их делать в постели после пробуждения. Завершить первый блок обучения, объяснив, что ежедневная активизации системы «внутренний гидравлический экзоскелетон», даже, если полный шпагат и не будет освоен, может помочь пациенту избежать или снизить опасность посттравматического остеоартрита.

Теперь пациенты готовы к обучению методу Саномеханики.

2.1.2. Структура метода Саномеханики

Компоненты Саномеханики (рис. 4) – это концепция внутреннего гидравлического экзоскелетона, концептуальный критерий правильности и концептуальное самовнушение, которые визуализируют морфологию ВГЭ [36].

Рис. 4. Структура метода Саномеханика [36]

Figure 4. Structure of the method of Sanomechanics [36]

Концептуальный критерий правильности

В любой традиционной системе упражнений инструктор может предложить различные критерии правильности выполнения конкретных упражнений. Примеры таких критериев перечислены ниже:

1. Примите определенную позу.
2. Выпрямите конечность / спину / шею.
3. Двигайтесь быстро / медленно.
4. Нагрузка на максимальном / минимальном / среднем уровне.
5. Сделайте упражнение без напряжения.

Инструктор может посоветовать обучаемым «сделать так, чтобы было удобно» при выполнении требуемых движений, но понятие «удобства» обычно не детализируется.

Что же касается критерия правильности выполнения упражнений Саномеханики, то он был разработан на основе принципа удовольствия Фрейда [37], но со специфической физиологической основой и без стремления Фрейда к объяснению бессознательных мотивов поведения.

Саномеханический критерий правильности обращается к механическим условиям работы любого сустава, который находится в центре внимания обучаемого в данном упражнении.

В нашей повседневной жизни мы знаем, что каждое относительное положение сегментов тела производит один из трех основных типов сигналов в мозг: нулевой / нейтральный, удовольствие и боль, как показано на рисунке 5. Здесь зона А представляет сгибание в суставе без заметного сигнала обратной связи (нейтральный сигнал). Зона С представляет нарастающую боль, когда мы достигаем предела подвижности сустава. Боль служит предупреждением о продолжении сгибания, которое может повредить сустав. Чувство удовольствия в зоне В побуждает нас сохранять эту позу, вознаграждая за то, что мы делаем что-то полезное для этого сустава.

Что особенно полезно для сустава в зонах В? Полагаем, что сохранение положения, генерирующего сигнал удовольствия, создает благоприятные гидравлические условия для более полного капиллярного проникновения жидкости в поднадкостничное пространство.

Таким образом, саномеханический критерий правильности выполнения упражнений гласит, что положение правильное, когда и до тех пор, пока оно генерирует сигнал обратной связи удовольствия или, по крайней мере, сигнал минимального дискомфорта, если сустав травмирован.

Концептуальное самовнушение

Концептуальное самовнушение мысленно визуализирует идею ВГЭ. Практику самовнушения необходимо обсудить и представить слушателям во время периода обучения теории и практике Саномеханики. В определенном смысле самовнушение – это целенаправленное ожидание реакции организма на поставленную задачу. Самовнушение, как лечебный фактор, было представлено Эмилем Куэ [38], указавшим на его близость к медитации. Он также подчеркнул, что следует ожидать не чудес, а только разумных результатов.

Второй вехой в представлении терапевтического самовнушения было развитие аутогенного тренинга Шульцем в 1932 году [39]. Метод включает в себя технику релаксации для усиления восприятия самовнушения телом и сознанием (внушаемость). Далее д-р Шульц обнаружил, что естественная внушаемость достигает максимального уровня утром при переходе от сна к пробуждению.

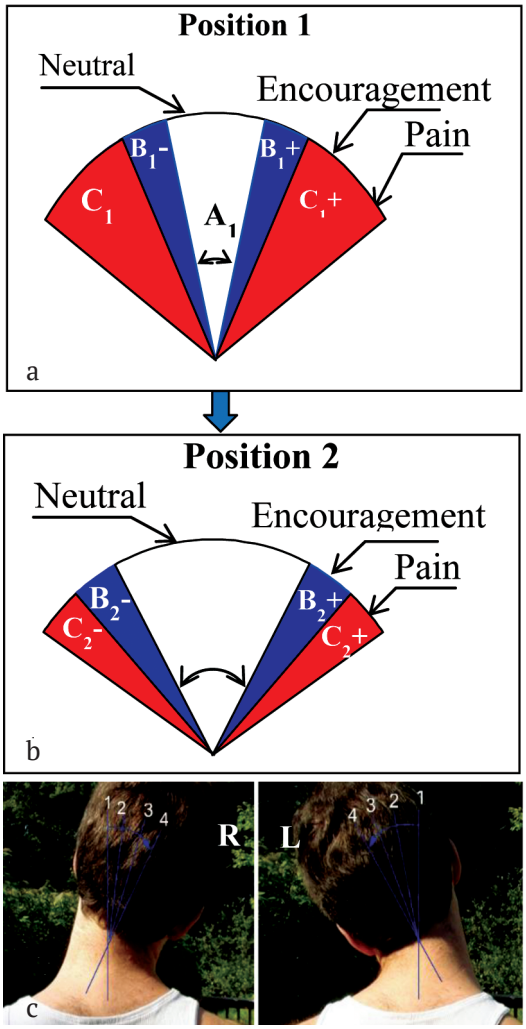


Рис. 5. Техника Саномеханики перехода из одного положения сустава в другое.
a – зоны ощущения в позиции 1:
A1 – нейтральное ощущение;
B1+, B1– – подвижность по часовой стрелке и против часовой стрелки с ощущением поощрения;
C1+, C1– – подвижность по часовой стрелке и против часовой стрелки с болевым ощущением;
b – зоны чувствительности в позиции 2;
c – последовательное сгибание шеи по часовой стрелке (R) и против часовой стрелки (L) из положения 1 в положения 2, 3 [36]

Figure 5. Sanomechanics technique of transitioning from one position to another.
a – sensation in position 1:
A1 – neutral sensation;
B1+, B1– – clockwise and counterclockwise mobility with encouragement;
C1+, C1– – clockwise and counterclockwise mobility with pain;
b – zones of sensation in position 2;
c – consecutive clockwise (R) and counterclockwise (L) bending of the neck from the initial position 1 to positions 2, 3, 4 [36]

Следующий шаг в превращении аутогенной терапии в успешную методологию сделала д-р Любинская, сформулировавшая правило под названием «право на самовнушение» [40]. Это предварительное условие, которому должен соответствовать человек для достижения желаемых результатов. Например, если есть стремление восстановить жизненную энергию, самовнушение «Я чувствую себя более энергичным и менее уставшим» будет работать только в том случае, если человек готов оздоровить свой образ жизни, привычки в еде и т. д.

Для всех саномеханических упражнений мы будем вызывать образ скелета с синовиальной жидкостью, просачивающейся между поверхностями костей и надкостницей. В сочетании с критерием правильности упражнения это даст нам право на формулу самовнушения: «Мой скелет полностью погружен в поднадкостничную жидкостью».

Саномеханическая техника и самовнушение будут рекомендованы к использованию в целенаправленной тренировке комплекса рекомендованных упражнений, постепенно включая широкие приседания, выпады, продольный и поперечный шпагат.

Упражнения следует выполнять на коленях. Начинать занятия следует с разрешения врача до первичной ампутации, если она плановая, и после нее. При ампутации в результате травмы упражнения следует начинать одновременно с началом реабилитационной терапии. Это позволит создать условия для более безболезненного и безопасного освоения передвижения на протезе.

Саномеханическа с ее критерием правильности также может быть рекомендована к использованию в уже существующих реабилитатционных методиках.

2.1.3. Пример саномеханического упражнения

Пример саномеханического упражнения представлен на рисунке 5. Серия (R) показывает циклы сгибания из нейтрального положения (1) вправо (2, 3, 4). Серия (L) показывает наклоны головы из нейтрального положения влево. Все циклы должны выполняться медленно, без какого-либо напряжения, чтобы максимально увеличить их положительные эффекты (безболезненное увеличение диапазона движений в суставе) и минимизировать возможные риски (растяжение мышц).

1. Дайте себе отчет, что данное положение (R1) головы не генерирует ни сигнала удовольствия, ни неудовольствия.

2. Скажите себе: «Я собираюсь наклонить голову вправо так медленно, чтобы случайный наблюдатель это заметил не сразу», «Я перестану наклонять голову и медленно вернусь в предыдущее положение, если возникнет чувство неудовольствия или боли», «Я остановлю движение наклона, когда возникнет ощущение удовольствия, и буду оставаться в этом положении, пока чувство удовольствия не исчезнет. Затем я продолжу (R2) или вернусь в нейтральное положение». Обычно, приятное ощущение длится не более 20-30 секунд и затем исчезает. Если держать позу дольше, начинает развиваться чувство дискомфорта, которое служит убедительным сигналом вернуться в исходное положение и сделать небольшую паузу. небольшой паузу.

3. Вы можете выполнить все позиции 2, 3, 4 или вернуться в нейтральную позицию 1 в зависимости от ощущений.

4. Повторите шаги 1–4 для наклона влево (L).

Результаты / Results

Предполагается, что поддержание / восстановление передачи давления между суставными капсулами является необходимым компонентом предотвращения перегрузки суставных хрящей, возникающей во время пользования протезом после односторонней ампутации. Хотя проблема защиты суставов от перегрузок стоит и успешно решается известными системами физического и психофизического совершенствования в спорте, балете и боевых искусствах, прямое применение данных систем в клинике протезирования неперспективно. Во-первых, времени на их освоение требуется существенно больше, чем располагает практика реабилитации. Также анализ существующих систем показывает, что им не хватает объективного понимания физиологического механизма их успеха или неудачи в тренировке. Вместо этого ученикам предлагаются туманные, зачастую мистические, объяснения и инструкции, выполняющие роль естественного фильтра для выявления будущих мастеров-профессионалов, способных упорными многолетними тренировками, зачастую сопровождаемыми травмами, интуитивно нащупать путь к успеху.

Определенный вклад в такое понимание был сделан путем демонстрации поднадкостничной передачи давления между суставами [13]. Это увеличивает безопасность хрящей во время антигравитационной амортизации нагрузок, связанных с передвижением и рискованными невольными двигательными маневрами на протезе. Визуализация этой концепции была предложена в данной работе для обучения системе Саномеханики с целью профилактики посттравматического остеоартрита в клинике протезирования.

Заключение / Conclusion

Предложен для обсуждения и проверки дополнительный элемент реабилитационных мероприятий в клинике протезирования, состоящий в психофизической тренировке системы «внутренний гидравлический экзоскелетон». Метод включает упражнения для снижения внутрисуставных давлений путем поддержания и восстановления гидростатической передачи и распределения давлений в поднадкостничном слое между тазом и конечностями и между тазом и позвоночником.

Необходимы дальнейшие исследования для оценки эффективности восстановления и поддержания системы ВГЭ в системе реабилитационных методик после односторонней ампутации нижней конечности.

Этика публикации / Publication ethics. Все данные являются реальными и подлинными; представленная статья ранее опубликована не была; все заимствования корректны.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Это исследование частично финансировалось Национальным институтом здоровья США (номер гранта: R44HD057492).

Funding. This study was funded in part by the US National Institutes of Health (grant number: R44HD057492).

Литература

1. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, Shibuya K, Salomon J.A, Abdalla S, Aboyans V. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. The lancet. 2012;380(9859): 2163-96.
2. Struyf PA, Heugten CM van, Hitters MW, Smeets RJ. The prevalence of osteoarthritis of the intact hip and knee among traumatic leg amputees. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2009;90(3):440-6.
3. Burke M, Roman V, Wright V. Bone and joint changes in lower limb amputees. Annals of the rheumatic diseases. 1978;37(3):252-4.
4 Esquenazi A, Geriatric amputee rehabilitation. Clinics in geriatric medicine; 1993;9(4):731-43.
5. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in brief: Kellgren-Lawrence classification of osteoarthritis. Springer, 2016.
6. Смирнова Л.М. Биомеханические показатели перегрузки сохранной конечности у пациентов с ампутацией голени, бедра или вычленением в тазобедренном суставе, Гений Ортопедии. 2018. 24(1). С. 50-56.
7. Lew HL, Otis JD., Tun C, Kerns RD, Clark ME, Cifu DX. Prevalence of chronic pain, posttraumatic stress disorder, and persistent postconcussive symptoms in OIF/OEF veterans: polytrauma clinical triad. J Rehabil Res Dev. 2009;46(6):697-702.
8. Clark ME, Walker R., Gironda RJ, Scholten JD. Comparison of pain and emotional symptoms in soldiers with polytrauma: unique aspects of blast exposure. Pain medicine (Malden, Mass.). 2009;10(3):447-55.
9. Dominick KL, Golightly YM, Jackson GL. Arthritis prevalence and symptoms among US non-veterans, veterans, and veterans receiving Department of Veterans Affairs Healthcare. The Journal of rheumatology. 2006;33(2):348-54.
10. Rivera JC, Wenke JC, Buckwalter JA, Ficke JR, Johnson AE. Posttraumatic osteoarthritis caused by battlefield injuries: the primary source of disability in warriors. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2013;20(suppl):S64-S69.
11. Питкин М. Обнаружение передачи внутрисуставного давления от одного колена к другому как подтверждение теории о наличии физиологической системы «внутренний гидравлический экзоскелетон», предохраняющей суставные хрящи от перегрузки // Физическая и реабилитационная медицина. 2020.2(4). С. 8-19. DOI: 10.26211/2658-4522-2020-2-4-8-19.
12. Pitkin M. New Training System Based on the Discovery of Subperiosteal Transmission of Pressures Between Joint Capsules. Mil Med. 2021;186(S_1):814819. Available from: https://doi.org/10.1093/milmed/ usaa476. PMID: 33499550.
13. Pitkin M, Cassidy C, Muppavarapu R, Pitkin E. Subperiosteal Transmission of Intra-Articular Pressure Between Articulated and Stationary Joints, Nature. Scientific Reports. 2015:8103. Available from: https://www.nature.com/articles/srep08103. DOI:10.1038/srep08103.
14. Pitkin M. Biomechanics for Life. Introduction to Sanomechanics. Heidelberg, Dondrecht, London, New York: Springer, 2011. Available from: http://www.springer.com/medicine/orthop edic s/book/978-3-642-17176-5.
15. Schiffman JM, Gregorczyk KN, Bensel CK., Hasselquist L, Obusek JP. The effects of a lower body exoskeleton load carriage assistive device on limits of stability and postural sway. Ergonomics. 2008;51(10):1515-29.
16. Hill D, Holloway CS, Ramirez DZM, Smitham P, Pappas Y. What are user perspectives of exoskeleton technology? A literature review, 2017.
17. Pitkin M. New Training System - Sanomechanics - Based on the Discovery of Subperiosteal Transmission of Pressures Between Joint Capsules. Military Health System Research Symposium. MHSRS-19-00181. Kissime, FL, 2019:182.
18. Greene WB, Netter FH. Netter's orthopaedics, 1st ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2006.
19. Dwek JR. The periosteum: what is it, where is it, and what mimics it in its absence? Skeletal radiology. 2010;39(4):319-323.
20. Duhamel HL. Sur le developpement et la crue des os des animaux, Mem Acad R Sci. 55(1742):354-370.
21. Bilkay U, Tokat C, Helvaci E, Ozek C, Zekioglu O, Onat T, Songur E. Osteogenic capacities of tibial and cranial periosteum: a biochemical and histologic study. J Craniofac Surg. 2008;19(2):453-8.
22. Carpenter RD, Carter DR. The mechanobiological effects of periosteal surface loads. Biomech Model Mechanobiol. 20087(3):227-42.
23. Балабанова Р.М. Энтезиты: диагностика, лечение. РМЖ. 2021;11:538.
24. Benjamin M, Kumai T, Milz S, Boszczyk BM, Boszczyk AA, Ralphs JR. The skeletal attachment of tendons-- tendon «entheses». Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 2002. 133(4). С. 931-45.
25. Lu HH, Thomopoulos S. Functional attachment of soft tissues to bone: development, healing, and tissue engineering. Annu Rev Biomed Eng. 2013;15:201-26.

26. Benjamin M, Moriggl B, Brenner E, Emery P, McGonagle D, Redman S. The “enthesis organ” concept: why enthesopathies may not present as focal insertional disorders. Arthritis & Rheumatism. 2004;50(10):3306-13.
27. Slobodin G, Rozenbaum M, Boulman N, Rosner I. Varied presentations of thesopathy. Seminars in arthritis and rheumatism. Elsevier. 2007:119-26.
28. Tan A.L, Grainger A.J, Tanner SF, Shelley DM, Pease C, Emery P, McGonagle D. High-resolution magnetic resonance imaging for the assessment of hand osteoarthritis. Arthritis Rheum. 2005;52(8):2355-65.
29. Hunter DJ. Insights from imaging on the epidemiology and pathophysiology of osteoarthritis, Radiologic Clinics. 2009;47(4):539-51.
30. Brandt K, Radin E, Dieppe P, Van De Putte L. Yet more evidence that osteoarthritis is not a cartilage disease. BMJ Publishing Group Ltd, 2006.
31. Rogers J, Shepstone L, Dieppe P. Is osteoarthritis a systemic disorder of bone? Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology. 2004;50(2):452-7.
32. Dorfl J. Migration of tendinous insertions. I. Cause and mechanism. J Anat. 1980;131(Pt 1):179-95.
33. McBride SH, Evans SF, Knothe ML. Tate, Anisotropic mechanical properties of ovine femoral periosteum and the effects of cryopreservation. J Biomech. 2011;44(10):1954-9.
34. Reid H, Wood S. Achilles Tendinopathy: Advice and Management. Oxford University Hospitals NHS Foundation Trust, 2015. Available from: https://www.ouh.nhs.uk/patient-guide/leaflets/files/11924Ptendinopathy.pdf
35. Дешикачар Т. Сердце йоги (совершенствование индивидуальной практики). Москва: София. 2003.
36. Pitkin M. Sanomechanics. In: Biomechanics for Life. Introduction to Sanomechanics. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 2011:25-36.
37. Freud S. Introductory lectures on psycho-analysis: a course of twenty eight lectures delivered at the University of Vienna. Rev. ed. London: Allen & Unwin, 1929.
38. Coue Ё. How to practice suggestion and autosuggestion. New York: American library service, 1923.
39. Luthe W, Schultz JH. Autogenic therapy. New York: Grune & Stratton, 1969.
40. Любинская С.М. От заикания к свободной речи. М.: Просвещение, 1970.

References

1. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M, Shibuya K, Salomon J.A, Abdalla S, Aboyans V. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. The lancet. 2012;380(9859):2163-96.
2. Struyf PA, Heugten CM van, Hitters MW, Smeets RJ. The prevalence of osteoarthritis of the intact hip and knee among traumatic leg amputees. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2009;90(3):440-6.
3. Burke M, Roman V, Wright V. Bone and joint changes in lower limb amputees. Annals of the rheumatic diseases. 1978;37(3):252-4.
4. Esquenazi A, Geriatric amputee rehabilitation. Clinics in geriatric medicine 1993;9(4):731-43.
5. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in brief: Kellgren-Lawrence classification of osteoarthritis. Springer, 2016.
6. Smirnova LM. Biomekhanicheskie pokazateli peregruzki sohrannoj konechnosti u pacientov s amputaciej goleni, bedra ili vychleneniem v tazobedrennom sustave [Biomechanical indicators of the overload of the preserved limb in patients with amputation of the lower leg, hip or hip joint]. Genij Ortopedii [The genius of Orthopedics]. 2018;24(1):50-6. (In Russian).
7. Lew HL, Otis JD., Tun C, Kerns RD, Clark ME, Cifu DX. Prevalence of chronic pain, posttraumatic stress disorder, and persistent postconcussive symptoms in OIF/OEF veterans: polytrauma clinical triad. J Rehabil Res Dev. 2009;46(6):697-702.
8. Clark ME, Walker R., Gironda RJ, Scholten JD. Comparison of pain and emotional symptoms in soldiers with polytrauma: unique aspects of blast exposure. Pain medicine (Malden, Mass.). 2009;10(3):447-55.
9. Dominick KL, Golightly YM, Jackson GL. Arthritis prevalence and symptoms among US non-veterans, veterans, and veterans receiving Department of Veterans Affairs Healthcare.The Journal of rheumatology. 2006;33(2):348-54.
10. Rivera JC, Wenke JC, Buckwalter JA, Ficke JR, Johnson AE. Posttraumatic osteoarthritis caused by battlefield injuries: the primary source of disability in warriors. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 2013;20(suppl):S64-S69.
11. Pitkin MR. Teoriya vnutrennego gidravlicheskogo ezoskeletona i sistema Sanomekhanika (Sanomechanics®) v primenenii k profilaktike osteoartrita posle odnostoronnej amputacii nizhnej konechnosti [Detection of Intra-Articular Pressure Transmission Between Knees: A Confirmation of the “Internal Hydraulic Exoskeleton” System That Protects Articular Cartilage from Overloading]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina. [Physkal and Rehabilitation Medicine]. 2020;2(4):8-19. DOI: 10.26211/2658-4522- 2020-2-4-8-19 (In Russian).
12. Pitkin M. New Training System Based on the Discovery of Subperiosteal Transmission of Pressures Between Joint Capsules. Mil Med. 2021;186(S_1):814819. Available from: https://doi.org/10.1093/milmed/ usaa476. PMID: 33499550.
13. Pitkin M, Cassidy C, Muppavarapu R, Pitkin E. Subperiosteal Transmission of Intra-Articular Pressure Between Articulated and Stationary Joints, Nature. Scientific Reports. 2015:8103. Available from: https://www.nature. com/articles/srep08103. DOI: 10.1038/srep08103.
14. Pitkin M. Biomechanics for Life. Introduction to Sanomechanics. Heidelberg, Dondrecht, London, New York: Springer, 2011. Available from: http://www.springer. com/medicine/orthop edic s/ book/978-3-642-17176-5.
15. Schiffman JM, Gregorczyk KN, Bensel CK., Hasselquist L, Obusek JP. The effects of a lower body exoskeleton load carriage assistive device on limits of stability and postural sway. Ergonomics. 2008;51(10):1515-29.
16. Hill D, Holloway CS, Ramirez DZM, Smitham P, Pappas Y. What are user perspectives of exoskeleton technology? A literature review, 2017.
17. Pitkin M. New Training System - Sanomechanics - Based on the Discovery of Subperiosteal Transmission of Pressures Between Joint Capsules. Military Health System Research Symposium. MHSRS-19-00181. Kissime, FL, 2019:182.
18. Greene WB, Netter FH. Netter’s orthopaedics, 1st ed. Philadelphia, PA: Saunders Elsevier, 2006.
19. Dwek JR. The periosteum: what is it, where is it, and what mimics it in its absence? Skeletal radiology. 2010;39(4):319-323.

20. Duhamel HL. Sur le developpement et la crue des os des animaux, Mem Acad R Sci. 55(1742):354-370.
21. Bilkay U, Tokat C, Helvaci E, Ozek C, Zekioglu O, Onat T, Songur E. Osteogenic capacities of tibial and cranial periosteum: a biochemical and histologic study. J Craniofac Surg. 2008;19(2):453-8.
22. Carpenter RD, Carter DR. The mechanobiological effects of periosteal surface loads. Biomech Model Mechanobiol. 20087(3):227-42.
23. Balabanova RM. Entezity: diagnostika, lechenie [Enteritis: diagnosis, treatment]. RMZh [Russian Medical Journal]. 2021;11:538 (In Russian).
24. Benjamin M, Kumai T, Milz S, Boszczyk BM, Boszczyk AA, Ralphs JR. The skeletal attachment of tendons--tendon «entheses». Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. 2002;133(4):931-45.
25. Lu HH, Thomopoulos S. Functional attachment of soft tissues to bone: development, healing, and tissue engineering. Annu Rev Biomed Eng. 2013;15: 201-26.
26. Benjamin M, Moriggl B, Brenner E, Emery P, McGonagle D, Redman S. The "enthesis organ" concept: why enthesopathies may not present as focal insertional disorders. Arthritis & Rheumatism. 2004;50(10): 3306-13.
27. Slobodin G, Rozenbaum M, Boulman N, Rosner I. Varied presentations of thesopathy. Seminars in arthritis and rheumatism. Elsevier. 2007:119-26.
28. Tan AL, Grainger AJ, Tanner SF, Shelley DM, Pease C, Emery P, McGonagle D. High-resolution magnetic resonance imaging for the assessment of hand osteoarthritis. Arthritis Rheum. 2005;52(8):2355-65.
29. Hunter DJ. Insights from imaging on the epidemiology and pathophysiology of osteoarthritis, Radiologic Clinics. 2009;47(4):539-51.
30. Brandt K, Radin E, Dieppe P, Van De Putte L. Yet more evidence that osteoarthritis is not a cartilage disease. BMJ Publishing Group Ltd, 2006.
31. Rogers J, Shepstone L, Dieppe P. Is osteoarthritis a systemic disorder of bone? Arthritis & Rheumatism: Official Journal of the American College of Rheumatology. 2004;50(2):452-7.
32. Dorfl J. Migration of tendinous insertions. I. Cause and mechanism. J Anat. 1980;131(Pt 1):179-95.
33. McBride SH, Evans SF, Knothe ML. Tate, Anisotropic mechanical properties of ovine femoral periosteum and the effects of cryopreservation. J Biomech. 2011;44(10):1954-9.
34. Reid H, Wood S. Achilles Tendinopathy: Advice and Management. Oxford University Hospitals NHS Foundation Trust, 2015. Available from: https://www.ouh.nhs.uk/patient-guide/leaflets/files/11924Ptendinopathy.pdf
35. Deshikachar T. Serdce jogi (sovershenstvovanie individual'noj praktiki), [The Heart of Yoga (improving individual practice)]. M.: Sofiya [Moscow: Sofia], 2003 (In Russian).
36. Pitkin M. Sanomechanics. In: Biomechanics for Life. Introduction to Sanomechanics. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 2011:25-36.
37. Freud S. Introductory lectures on psycho-analysis: a course of twenty eight lectures delivered at the University of Vienna. Rev. ed. London: Allen & Unwin, 1929.
38. Coue Ë. How to practice suggestion and autosuggestion. New York: American library service, 1923.
39. Luthe W, Schultz JH. Autogenic therapy. New York: Grune & Stratton, 1969.
40. Lyubinskaya SM. Ot zaikaniya k svobodnoj rechi [From stuttering to free speech]. M.: Prosveshchenie [Moscow: Education]. 1970. (In Russian).

Рукопись поступила / Received: 26.02.2021
Принята в печать / Accepted for publication: 17.03.2021

Автор

Питкин Марк Рафаилович — доктор технических наук, профессор Тафтского университета, Бостон, MA 02111, США. Тел.: 617-636-7000, e-mail: mpitkin@tuftsmedicalcenter.org

Author

Prof. Pitkin, M.R. Dr. Tech. Sci. Tufts University, Boston, MA 02111, USA. Phone 617-636-7000, e-mail: mpitkin@tuftsmedicalcenter.org

УДК 616.2:364 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-19-27*

РЕСПИРАТОРНАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ. ОТДЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОНЯТИЙНОЙ И ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ ГАРМОНИЗАЦИИ (НАУЧНЫЙ ОБЗОР)

Дидур М.Д. [1], Курникова М.В. [2], Чередниченко Д.В. [1], Приданникова В.Д. [3]

[1] *Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук, ул. Академика Павлова, д. 9, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация*

[2] *Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, пр. Гагарина, д. 23, Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация*

[3] *Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, ул. Литовская, д. 2, Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация*

Резюме

В статье рассматриваются вопросы формирования понятия «респираторная реабилитация» в историческом аспекте в российских и зарубежных исследованиях. Приводятся данные о проведении современных доказательных исследований, определяющих структуру и эффективность программ респираторной реабилитации.

Ключевые слова: респираторная реабилитация, доказательные научные исследования, эффективность реабилитации.

RESPIRATORY REHABILITATION. SELECTED ISSUES OF CONCEPTUAL AND TERMINOLOGICAL HARMONIZATION (SCIENTIFIC REVIEW)

Didur M.D. [1], Kurnikova M.V. [2], Cherednichenko D.V. [1], Pridannikova V.D. [3]

[1] *N. P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences, 9 Akademika Pavlova Street, 197376 St. Petersburg, Russian Federation*

[2] *National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarina Ave, 603950 Nizhny Novgorod, Russian Federation*

[3] *St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya Street, 194100 St. Petersburg, Russian Federation*

Abstract

The article deals with the formation of the concept of respiratory rehabilitation in the historical aspect in Russian and foreign studies. The data on the conduct of modern evidence-based studies that determine the structure and effectiveness of respiratory rehabilitation programs are presented.

Keywords: respiratory rehabilitation, evidence-based research, effectiveness of rehabilitation.

Дидур, М.Д. Респираторная реабилитация. Отдельные вопросы понятийной и терминологической гармонизации (научный обзор) / М.Д. Дидур, М.В. Курникова, Д.В. Чередниченко, В.Д. Приданникова // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 19-27. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-19-27.

Didur MD, Kurnikova MV, Cherednichenko DV, Pridannikova VD. Respiratornaya reabilitaciya. Otdel'nye voprosy ponyatijnoj i terminologicheskoj garmonizacii (nauchnyj obzor) [Respiratory Rehabilitation. Selected Issues of Conceptual and Terminological Harmonization (Scientific Review)]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):19-27. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-19-27 (In Russian).

Дидур Михаил Дмитриевич / Mikhail D. Didur; e-mail: Didour@mail.ru

Респираторная (легочная, пульмонологическая) реабилитация (РР) – термин, давно вошедший в профессиональную структуру систем здравоохранения и научного обмена многих стран.

Понятие «респираторная реабилитация», в отличие от терминов «медицинская реабилитация» [6] и «физическая реабилитация» [5], в Российской Федерации законодательно и нормативно не закреплено, однако встречается в ряде нормативных документов и методических рекомендаций. Например, респираторная терапия включена в раздел 20 приказа Минздрава России о номенклатуре медицинских услуг: лечение климатическими воздействиями (например, вода, воздух) [2]. Порядок оказания пульмонологической помощи предусматривает наличие в структуре пульмонологического отделения кабинета респираторной реабилитации, для работы в этом кабинете предусмотрена ставка врача-пульмонолога [3].

Термин «респираторная реабилитация» на протяжении нескольких десятилетий претерпевал различные трансформации: легочная (пульмонологическая) реабилитация, респираторная физиотерапия, респираторная терапия и пр. Обилие дефиниций различных групп средств и методов, описываемых как РР, в российской и зарубежной научной литературе прошло длительный период поиска понятийных и терминологических соответствий, активной дискуссии мультидисциплинарных групп специалистов.

Прошло почти четыре десятилетия с момента, когда Сметнев А.Д. и Юревич В.М. дали одно из первых в отечественной практике определений респираторной реабилитации как «лечение и восстановление дыхания через дыхание» [4]. С тех пор понимание РР значительно расширилось. По мнению авторов, суммируя отечественные публикации последних лет, РР можно определить как медико-социальную многопрофильную персонализированную программу сомато- и психотерапевтических методов, включающую средства и методы, воздействующие на ключевые звенья патогенеза заболевания и максимально стимулирующая процессы саногенеза, обеспечивающую максимально полное восстановление резервов системы дыхания и восстановление физической работоспособности [1].

В зарубежной научной литературе широко используются термины “respiratory rehabilitation” (респираторная реабилитация) и “pulmonary rehabilitation” (пульмонологическая реабилитация). По данным современных информационных систем, при задании поиска на глубину пять лет и установке фильтров (мета-анализы, рандомизированные контролируемые исследования, обзоры) по термину respiratory rehabilitation представлено 1683 источника, по термину “pulmonary rehabilitation” – 1882 источника. Данные термины используются в последние годы как равнозначные.

Интересно отметить, что еще в 1974 г. Комитет по легочной реабилитации Американского колледжа торакальных врачей определил легочную реабилитацию как «искусство» [21]. Спустя почти 20 лет другая группа экспертов назвала ее «услугой» [15]. Однако определение, содержащееся в опубликованном в начале 2000-х годов совместном заявлении Американского торакального общества и Европейского респираторного общества (ATS / ERS), представило более конкретную дефиницию. «РР – это основанное на фактических данных, междисциплинарное и комплексное вмешательство для пациентов с хроническими респираторными заболеваниями, которые имеют симптомы и часто снижают повседневную активность. Легочная реабилитация, интегрированная в индивидуальный подход к лечению пациента, предназначена для уменьшения симптомов, оптимизации функционального статуса, увеличения участия и снижения затрат на здравоохранение за счет стабилизации или обращения вспять системных проявлений болезни» [26]. В заявлении ATS / ERS указывается: «Программы легочной реабилитации включают оценку пациентов, физические упражнения, обучение, диетологическое вмешательство и психосоциальную поддержку».

В 2013 г. официальная рабочая группа ATS / ERS представила последнюю действующую редакцию термина. «РР – это комплексное вмешательство, основанное на доказательствах и тщательной оценке пациента с последующими индивидуализированными программами терапии, которые включают (но не ограничиваются): физические тренировки, обучение, диеты и поведенческую терапию, направленные на улучшение физического и психологического состояния пациентов с респираторными заболеваниями и содействие долгосрочному соблюдению здорового образа жизни [34].

Европейские специалисты выделяет три этапа развития профессиональных представлений о РР [37].

Первый этап (1990–2000 гг.). В этот период получили должное научное подтверждение факты о положительном влиянии интенсивных физических тренировок [10], тренировок, развивающих физическое качество выносливости [17, 24], физических тренировок и психологических вмешательств [31], об эффективности мультидисциплинарной амбулаторной физической и респираторной реабилитации [18,19], об экономической эффективности РР [19].

Второй период характеризовался накоплением большого числа качественных и доказательных исследований, которые были реализованы в международные консенсусы (GOLD) [38], программы РР стали структурной частью систем здравоох-

ранения ряда стран [32], была научно обоснована обязательность комплексного мультидисциплинарного вмешательства [33], предложена типовая модель мультидисциплинарной бригады, которая включает: торакального терапевта с функцией реабилитационной экспертизы (chest physician with rehabilitation expertise), физиотерапевта или специалиста по физическим тренировкам (physiotherapist and/or exercise training specialist), диетолога или специалиста по питанию (nutritional expert), психолога, социального работника, врача общей практики и медицинскую сестру [36].

На современном этапе актуальными вопросами организационного и нормативного оформления, согласно мнению европейских экспертов РР, являются [37]: принятие единой терминологии РР; систематизация научных исследований и селекция методик по уровням доказанности их эффективности; развитие технологий цифровой медицины; персонализация методик и подходов; разработка интернет-программ самоуправления течением заболевания; разработка программ домашней реабилитации с минимальным профессиональным контролем.

Специалисты едины во мнении, что РР должна последовательно организовываться на трех уровнях: стационар (включая реанимацию), дневной стационар и амбулаторный уровень, что полностью соответствует принятой в России модели медицинской реабилитации [1, 34].

Важным аспектом РР, на который обращается внимание в последние годы, является персонализированный подход и оценка пациентами вклада различных специалистов мультидисциплинарной бригады в итоговую эффективность персонализированной программы РР. Было показано, что торакальный терапевт (chest physician) и физические тренировки воспринимаются большинством пациентов как обеспечивающие наибольший вклад в эффективность РР. Результаты работы психолога и диетолога получили наименьшие оценки [36].

Многоцелевой и мультидисциплинарный подход к РР, влияющий на качество жизни пациентов и их повседневную активность, был сформулирован по результатам доказательных исследований следующий образом [34] (табл. 1).

В дополнение к уже хорошо исследованным методам РР в последние годы постоянно публикуются исследования дополнительных методик, продемонстрировавших должную клиническую и функциональную эффективность (табл. 2).

Таблица 1 / Table 1

Многоцелевой подход во время легочной реабилитации, влияющий на повседневную активность / A multi-purpose approach during pulmonary rehabilitation affecting daily activities

Симптомы, синдромы, состояния / Symptoms, syndromes, conditions	Методы управления / Management methods
Кахексия / Cachexia	Нутритивная поддержка, пищевые добавки, анаболические агенты / Nutritional supplements, anabolic agents
Ожирение / Obesity	Диеты и специальные рационы / Diet and meal replacements
Снижение толерантности к физическим нагрузкам / Exercise intolerance	Физические тренировки и обучение оптимальным паттернам дыхания в нагрузке / Exercise training (+ pursed lips breathing)
Мышечная слабость / Muscle weakness	Физические тренировки / Exercise training
Депрессия, тревога, страхи / Depression, anxiety	Когнитивная поведенческая терапия, психотерапия, психиатрия, психология / Cognitive behavioural therapy
Плохие навыки управления основным заболеванием / Poor coping skills	Образовательные программы и формирование мотивации / Education + goal setting
Коморбидность / Co-morbidities	Специфическая терапия коморбидных состояний / Specific co-morbidity treatment
Снижение физической активности / Physical inactivity	Обучение и тренировки ежедневной физической активности / Physical activity coaching
Курение / Current smoking	Отказ от курения / Smoking cessation
Гиперпродукция бронхиального секрета (мокроты) / Excessive mucus	Методики и техники улучшения дренажной функции бронхов / Mucus evacuating techniques

Окончание таблицы 1 / End of table 1

Симптомы, синдромы, состояния / Symptoms, syndromes, conditions	Методы управления / Management methods
Слабость мышц вдоха / Inspiratory muscle weakness	Тренировка инспираторных мышц / Inspiratory muscle training
Плохие навыки управления обострением заболевания / Poor exacerbation management skills	Обучение и тренинги с формированием навыков / Education + skills training
Слабые навыки ингаляционных техник / Poor inhalation technique	Обучение и тренинги с формированием навыков/ Education + skills training
Проблемы с дневной двигательной активностью / Problems with daily motor activity	Подбор домашних приспособлений и вспомогательных средств (эрготерапия). Тренировки двигательной активности, обучение технологиям энергосбережения при бытовых нагрузках / Home adaptations and aids. ADL training, energy conservation technology

Таблица 2 / Table 2

Эффективность отдельных методик респираторной реабилитации / The effectiveness of selected respiratory rehabilitation techniques

Варианты нагрузок / Load options	Доказанные эффекты / Proven effects	Применение в клинике / Clinical application
Интервальная тренировка / Interval training [39]	Эффекты аналогичны типовым тренировкам на выносливость. Меньше неожиданных перерывов / Additional muscle strength benefits when added to conventional training. When used as the sole form of training, comparable effects with endurance training	Доступно и просто. Не нужно специальное оборудование / Easy, no special equipment needed
Тренировки силы / Resistance training [9]	Дополнительные преимущества для тренировки силы при добавлении к обычным тренировкам. При использовании в качестве единственной формы тренировки сопоставимые эффекты с тренировкой на выносливость / Additional benefits for strength training when added to regular workouts. When used as the only form of training comparable effects to endurance training	Доступно и просто. Не нужно специальное оборудование / Easy, no special equipment needed
Нейромышечная электростимуляция / Neuromuscular electrical stimulation [20]	Очень низкая метаболическая эффективность, но мощный стимул для периферических мышц. Улучшение функции скелетных мышц / Effects on functional exercise tolerance and muscle function. Possible effects on balance and proprioception	Необходим стимулятор. Пациент может использовать дома / Stimulator needed, can be done by patient at home
Вибрация всего тела / Whole body vibration [42]	Повышение толерантности к физическим нагрузкам и улучшение функции мышц. Влияние на баланс и проприоцепцию / Increased exercise tolerance and improved muscle function. Effects on balance and proprioception	Необходимо специальное оборудование / Equipment needed

Окончание таблицы 2 / End of table 2

Варианты нагрузок / Load options	Доказанные эффекты / Proven effects	Применение в клинике / Clinical application
Нагрузки на одну ногу / Single leg exercise [13]	Увеличение объема выполняемой работы во время тренировки. Повышенный физиологический эффект тренировочной программы / More work possible in a training session. Enhanced physiological effects of the training programme	Необходимы некоторые модификации эргометра / Some modification of ergometer bike needed
Эксцентрическая тренировка / Eccentric training [22]	Сильный стимул для скелетных мышц с меньшей метаболической нагрузкой / Firm stimulus to the skeletal muscle, with lower metabolic burden	В зависимости от формы более или менее сложная (эксцентриковые велосипедные устройства довольно дороги, ходьба по скоростному спуску проста в реализации) / Depending on the form more or less complex (e.g. eccentric cycling devices are rather expensive, downhill walking is rather simple to implement)
Тренировки с кислородной поддержкой / Training with oxygen supplements [14]	Меньшая потребность в вентиляции во время тренировок. Облегчение одышки во время тренировок. Возможна тренировка с более высокой интенсивностью. Эффект от тренировки в целом не лучше, чем без добавок, но тренировка может быть более комфортной для пациента / Less ventilatory requirements during training. Alleviation of dyspnoea during training. Training at higher intensity possible. Training effects overall not better than without supplements, but training can be done more comfortably for a patient	Легко доступен в больничных условиях, сложнее в первичном звене / Easily available in hospital setting, more difficult in primary care
Тренировка с гелиевой смесью / Training with HeliOx [9]	Увеличение интенсивности тренировки при снижении работы дыхания и увеличении вентиляторной мощности / Higher intensity training possible due to reduced work of breathing and increased ventilator capacity	Не следует пропагандировать из-за опасности для окружающей среды / Hazard to environment should not be promoted
Тренировка с неинвазивной вентиляционной поддержкой / Training with non-invasive ventilation support [25]	Возможна тренировка более высокой интенсивности. Несколько лучшие результаты тренировок у очень тяжелых пациентов / Higher intensity training possible. Slightly better outcomes of training in very severe patients	Необходимо специальное оборудование, высокая трудоемкость / Ventilator needed, labour intense
Тренировки инспираторной мускулатуры / Inspiratory muscle training [12]	Уменьшение симптомов одышки, повышение выносливости у пациентов со слабостью инспираторных мышц / Reduction of symptoms of dyspnoea, effects on exercise endurance demonstrated in patients with inspiratory muscle weakness	Требуется специальное устройство для инспираторной тренировки. Необходимо наблюдение за этим аспектом тренировки / Specific inspiratory training device is needed. Supervision of this aspect of training is needed

В последние годы были выполнены работы, подтверждающие высокий уровень доказательности в плане эффективности отдельных методик РР: тренировки верхних и нижних конечностей с развитием выносливости и силы, многообразные тренировки инспираторной и экспираторной мускулатуры. Доказано влияние программ РР на выраженность одышки, на качество жизни и ее продолжительность, на высокую экономическую эффективность реабилитационных вмешательств на государственном уровне [7, 8, 11, 23, 26, 27, 29–31, 40].

Таким образом, РР является важной и неотъемлемой частью ведения пациентов с широким спектром пульмонологических и терапевтических заболеваний с высоким уровень доказательности. Нерешенными остаются вопросы научного обоснования персонализации и индивидуализации программ, создание оптимальных организационных моделей для встраивания РР в структуру системы здравоохранения с учетом конкретных социально-экономических особенностей.

Этика публикации / Publication ethics. Представленная статья ранее опубликована не была. Все заимствования корректны.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Временные методические рекомендации «Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 2 (31.07.2020)» (утв. Минздравом России).
2. Об утверждении номенклатуры медицинских услуг: Приказ Минздрава России от 13.10.2017 N 804н (ред. от 16.04.2019) (Зарегистрировано в Минюсте России.
3. Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи населению по профилю «пульмонология»: Приказ Минздрава России от 15.11.2012 № 916н (ред. от 21.02.2020) (Зарегистрировано в Минюсте России 21.12.2012 № 26264).
4. Сметнев АС, Юревич ВМ. Респираторная терапия в клинике внутренних болезней. М.: Медицина, 1984. 224 с.
5. О физической культуре и спорте в Российской Федерации: федеральный закон от 04.12.2007 N 329- ФЗ.
6. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ.
7. Barker-Davies RM, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. Br J Sports Med. 2020;54:949-9. DOI:10.1136/bjsports-2020-102596.
8. Belman MJ, Botnick WC, Nathan SD, Chon KH. Ventilatory load characteristics during ventilatory muscle training. Am J Respir Crit Care Med. 1994;149:925-9. DOI:10.1136/bjsports-2020-102596.
9. Camillo CA, Osadnik CR, van Remoortel H, et al. Effect of «add-on» interventions on exercise training in individuals with COPD: a systematic review. ERJ Open Res. 2016;2:00078-2015.
10. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, et al. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. Am. Rev. Respir. Dis. 1991;143:9-18.
11. Celli BR. Pulmonary rehabilitation in patients with COPD. Am J Respir Crit Care Med. 1995;152:861-4.
12. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. Thorax. 2018;73:942-50.
13. Dolmage TE, Goldstein RS. Effects of one-legged exercise training of patients with COPD. Chest. 2008; 133:370-6.
14. Emtner M, Porszasz J, Burns M, et al. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2003;168:1034-42.
15. Fishman AP. Pulmonary rehabilitation research. NIH workshop summary. Am J Respir Crit Care Med. 1994;149:825-33.
16. Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U, et al. What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. Respir. Med. 2017;126:17-24.
17. Goldstein RS, Gort EH, Stubbing D, et al. Randomised controlled trial of respiratory rehabilitation. Lancet. 1994;344:1394-7.
18. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, et al.. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. Lancet 2000;355:362-8.
19. Griffiths TL, Phillips CJ, Davies S, et al. Cost effectiveness of an outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation programme. Thorax. 2001;56:779-84.
20. Hill K, Cavalheri V, Mathur S, et al. Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2018;5:CD010821.
21. Intersociety Commission on Heart Disease. Pulmonary rehabilitation Study Group. Community resources for rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease and cor pulmonale. Circulation. 1974;49 Suppl 1:A1-A20.
22. MacMillan NJ, Kapchinsky S, Konokhova Y, et al. Eccentric ergometer training promotes locomotor muscle strength but not mitochondrial adaptation in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Front. Physiol. 2017;8:114.
23. Mahler DA. Pulmonary rehabilitation. Chest. 1998;113:263S-8S.
24. Maltais F, LeBlanc P, Simard C, et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1996;154:442-7.
25. Menadue C, Piper Aj, van't Hul AJ, Wong KK. Noninvasive ventilation during exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2014:CD007714.
26. Nice L, Donner Cl, Wouters E, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2006;173:1390-413.
27. O'Brien K, Geddes EL, Reid WD, et al. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease:

a systematic review update. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2008;28:128-41.
28. Puhan MA, Busching G, Schunemann HJ, et al. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. Ann Intern Med. 2006;145:816-25.
29. Puhan MA, Gimeno-Santos E, Scharplatz M, Troosters T, et al. Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Oct;5(10): CD005305.
30. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. 2007;131:4S-42S.
31. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Ann. Intern. Med. 1995;122:823-32.
32. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, Marciniuk DD, Puhan MA, Spruit MA, Masefield S, Casaburi R, et al.; ATS/ERS Task Force on Policy in Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2015;192:1373-86.
33. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al.; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2013;188:13-64.
34. Spruit MA, Wouters EFM Organizational aspects of pulmonary rehabilitation in chronic respiratory diseases. Respirology. 2019 Sep;24(9):838-43. DOI: 10.1111/ resp.13512.
35. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2005;172:19-38.
36. Troosters T, Gosselink R, Cattaert A, et al. Multidisciplinary Pulmonary Rehabilitation, The Patient's Opinion. Am J Respir Crit Care Med. 2004;169:A892.
37. Troosters T, Blondeel A, Janssens W, Demeyer Y. The past, present and future of pulmonary rehabilitation. Respirology. 2019;24:830-7. DOI: 10.1111/resp.13517.
38. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report: GOLD Executive Summary. Eur. Respir. J. 2017;195:557-82.
39. Vogiatzis I. Strategies of muscle training in very severe COPD patients. Eur. Respir. J. 2011;38:971-5.
40. Waschki B, Kirsten A, Holz O. et al. Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. Chest 2011;140:331-42.
41. Wouters E, Wouters B, Augustin IML, et al. Personalised pulmonary rehabilitation in COPD. Eur Respir Rev. 2018;27:170125. DOI.org/10.1183/16000617.0125-2017.
42. Zhou J, Pang L, Chen N, Wang Z, et al. Whole-body vibration training - better care for COPD patients: a systematic review and meta-analysis. Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis. 2018;13:3243-54.

References

1. Vremennye metodicheskie rekomendatsii «Meditsinskaya reabilitatsiya pri novoi koronavirusnoi infektsii (COVID-19). Versiya 2 (31.07.2020)» (utv. Minzdravom Rossii) [Temporary guidelines «Medical rehabilitation for new coronavirus infection (COVID-19). Version 2 (07/31/2020)» (approved by the Ministry of Health of Russia)]. 105 p. (In Russian).
2. Ob utverzhdenii nomenklatury meditsinskikh uslug: prikaz Minzdrava Rossii ot 13.10.2017 N 804n [On approval of the nomenclature of medical services: order of the Ministry of Health of Russia of 13.10.2017 N 804n (as amended on 16.04.2019)] (In Russian).
3. Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya meditsinskoi pomoshchi naseleniyu po profilyu «pul'monologiya»: prikaz Minzdrava Rossii ot 15.11.2012 № 916n (red. ot 21.02.2020) [On approval of the Procedure for providing medical care to the population in the field of «pulmonology»: order of the Ministry of Health of Russia dated November 15, 2012 No. 916n (as revised on February 21, 2020)] (In Russian).
4. Smetnev AS, Yurevich VM. Respiratornaya terapiya v klinike vnutrennikh boleznei. [Respiratory therapy in the clinic of internal diseases]. Moskva: Meditsina [Moscow: Medicine]. 1984:224 p. (In Russian).
5. O fizicheskoi kul'ture i sporte v Rossiiskoi Federatsii: Federal'nyi zakon ot 04.12.2007 N 329-FZ [On Physical Culture and Sports in the Russian Federation: Federal Law of 04.12.2007 N 329-FL] (In Russian).
6. Ob osnovakh okhrany zdorov'ya grazhdan v Rossiiskoi Federatsii: Federal'nyi zakon ot 21.11.2011 № 323-FZ [On the Basics of Health Protection of Citizens in the Russian Federation: Federal Law of November 21, 2011 No. 323-FL] (In Russian).
7. Barker-Davies RM, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. Br J Sports Med. 2020;54:949-959. DOI:10.1136/ bjsports-2020-102596.
8. Belman MJ, Botnick WC, Nathan SD, Chon KH. Ventilatory load characteristics during ventilatory muscle training. Am J Respir Crit Care Med. 1994;149:925-9. DOI:10.1136/ bjsports-2020-102596.
9. Camillo CA, Osadnik CR, van Remoortel H, et al. Effect of «add-on» interventions on exercise training in individuals with COPD: a systematic review. ERJ Open Res. 2016;2:00078-2015.
10. Casaburi R, Patessio A, Ioli F, et al. Reductions in exercise lactic acidosis and ventilation as a result of exercise training in patients with obstructive lung disease. Am. Rev. Respir. Dis. 1991;143:9-18.
11. Celli BR. Pulmonary rehabilitation in patients with COPD. Am J Respir Crit Care Med. 1995;152:861-4.
12. Charususin N, Gosselink R, Decramer M, et al. Randomised controlled trial of adjunctive inspiratory muscle training for patients with COPD. Thorax. 2018;73:942-50.
13. Dolmage TE, Goldstein RS. Effects of one-legged exercise training of patients with COPD. Chest. 2008; 133:370-6.
14. Emtner M, Porszasz J, Burns M, et al. Benefits of supplemental oxygen in exercise training in nonhypoxemic chronic obstructive pulmonary disease patients. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2003;168:1034-42.
15. Fishman AP. Pulmonary rehabilitation research. NIH workshop summary. Am J Respir Crit Care Med. 1994;149:825-33.
16. Gloeckl R, Jarosch I, Bengsch U, et al. What's the secret behind the benefits of whole-body vibration training in patients with COPD? A randomized, controlled trial. Respir. Med. 2017;126:17-24.
17. Goldstein RS, Gort EH, Stubbing D, et al. Randomised controlled trial of respiratory rehabilitation. Lancet. 1994;344:1394-7.

18. Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, et al.. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. Lancet. 2000;355:362-8.
19. Griffiths TL, Phillips CJ, Davies S, et al. Cost effectiveness of an outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation programme. Thorax. 2001;56:779-84.
20. Hill K, Cavalheri V, Mathur S, et al. Neuromuscular electrostimulation for adults with chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2018;5:CD010821.
21. Intersociety Commission on Heart Disease. Pulmonary rehabilitation Study Group. Community resources for rehabilitation of patients with chronic obstructive pulmonary disease and cor pulmonale. Circulation. 1974;49 Suppl 1:A1-A20.
22. MacMillan NJ, Kapchinsky S, Konokhova Y, et al. Eccentric ergometer training promotes locomotor muscle strength but not mitochondrial adaptation in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. Front. Physiol. 2017;8:114.
23. Mahler DA. Pulmonary rehabilitation. Chest. 1998;113:263S-8S.
24. Maltais F, LeBlanc P, Simard C, et al. Skeletal muscle adaptation to endurance training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 1996;154:442-7.
25. Menadue C, Piper Aj, van't Hul AJ, Wong KK. Noninvasive ventilation during exercise training for people with chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst. Rev. 2014:CD007714.
26. Nice L, Donner Cl, Wouters E, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2006;173:1390-413.
27. O'Brien K, Geddes EL, Reid WD, et al. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review update. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2008;28:128-41.
28. Puhan MA, Busching G, Schunemann HJ, et al. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. Ann Intern Med. 2006;145:816-25.
29. Puhan MA, Gimeno-Santos E, Scharplatz M, Troosters T, et al. Pulmonary rehabilitation following exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev. 2011 Oct;5(10): CD005305.
30. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, et al. Pulmonary Rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. Chest. 2007;131:4S-42S.
31. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Ann. Intern. Med. 1995;122:823-32.
32. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, Marciniuk DD, Puhan MA, Spruit MA, Masefield S, Casaburi R, et al.; ATS/ERS Task Force on Policy in Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2015;192:1373-86.
33. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al.; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am. J. Respir. Crit. Care Med. 2013;188:13-64.
34. Spruit MA, Wouters EFM Organizational aspects of pulmonary rehabilitation in chronic respiratory diseases. Respirology. 2019 Sep;24(9):838-43. DOI: 10.1111/ resp.13512.
35. Troosters T, Casaburi R, Gosselink R, Decramer M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. Am J Respir Crit Care Med. 2005;172:19-38.
36. Troosters T, Gosselink R, Cattaert A, et al. Multidisciplinary Pulmonary Rehabilitation, The Patient's Opinion. Am J Respir Crit Care Med. 2004;169:A892.
37. Troosters T, Blondeel A, Janssens W, Demeyer Y. The past, present and future of pulmonary rehabilitation. Respirology. 2019;24:830-7. DOI: 10.1111/resp.13517.
38. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report: GOLD Executive Summary. Eur. Respir. J. 2017;195:557-82.
39. Vogiatzis I. Strategies of muscle training in very severe COPD patients. Eur. Respir. J. 2011;38:971-5.
40. Waschki B, Kirsten A, Holz O. et al. Physical activity is the strongest predictor of all-cause mortality in patients with COPD: a prospective cohort study. Chest. 2011;140:331-42.
41. Wouters E, Wouters B, Augustin IML, et al. Personalised pulmonary rehabilitation in COPD. Eur Respir Rev. 2018;27:170125. DOI.org/10.1183/16000617.0125-2017.
42. Zhou J, Pang L, Chen N, Wang Z, et al. Whole-body vibration training - better care for COPD patients: a systematic review and meta-analysis. Int. J. Chron. Obstruct. Pulmon. Dis. 2018;13:3243-54.

Рукопись поступила / Received: 24.12.2020
Принята в печать / Accepted for publication: 05.03.2021

Авторы

Дидур Михаил Дмитриевич – доктор медицинских наук, профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой» Российской академии наук, ул. Академика Павлова, д. 9, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация. E-mail: Didour@mail.ru

Курникова Мария Владимировна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой адаптивной физической культуры Института реабилитации и здоровья человека ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского», пр. Гагарина, д. 23, Нижний Новгород, 603950, Российская Федерация. E-mail: mkurnikova@yandex.ru

Чередниченко Денис Владимирович – кандидат медицинских наук, первый заместитель директора «Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой» Российской академии наук, ул. Академика Павлова, д. 9, Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация. E-mail: cheredni1@ihb.spb.ru

Приданникова Валерия Дмитриевна – студентка 6 курса Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Литовская, д. 2, Санкт-Петербург, 194100, Российская Федерация. E-mail: a1038859@mail.ru

Authors

Didur Mikhail Dmitrievich, Grand PhD in Medical sciences, Professor, Director of the N. P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences, 9 Akademika Pavlova Street, 197376 St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: Didour@mail.ru

Kournikova Maria Vladimirovna, PhD in Medical sciences, Associate Professor, Head of the Department of Adaptive Physical Culture of the National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarina Ave, 603950 Nizhny Novgorod, Russian Federation. E-mail: mkurnikova@yandex.ru

Cherednichenko Denis Vladimirovich, PhD in Medical sciences, First Deputy Director of the N. P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences, 9 Akademika Pavlova Street, 197376 St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: cheredni1@ihb.spb.ru

Pridannikova Valeria Dmitrievna, 6th year student of the St. Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Litovskaya Street, 194100 St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: a1038859@mail.ru

УДК 616.9:578.834.1-085.23-085.816 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-28-35*

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТА С ТЯЖЕЛЫМ ТЕЧЕНИЕМ COVID-19 В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Качковский М.А.[1], Качковская Т.А.[2], Билёва Н.А.[1]

[1]*Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет „Реавиз“», ул. Чапаевская, дом 227, г. Самара, 443001, Российская Федерация*

[2]*Частное учреждение здравоохранения «Клиническая больница „РЖД-Медицина“», ул. Агибалова, дом 12, г. Самара, 443041, Российская Федерация*

Резюме

Пациент 56 лет с коронавирусной инфекцией, вызванной вирусом COVID-19, внебольничной двусторонней полисегментарной интерстициальной пневмонией тяжёлого течения, проходил реабилитацию в домашних условиях. Объём поражения лёгочной ткани составил 75 %. При выписке из стационара сохранялись одышка при минимальных нагрузках, тахикардия. Были проявления сердечной недостаточности, железодефицитная анемия, гепатопатия, выявлены фрагментарные венозные тромбозы левой верхней конечности. В домашних условиях проводилась дыхательная гимнастика по А.Н. Стрельниковой, физические упражнения, медикаментозная терапия, включающая отхаркивающие средства, антикоагулянт, β-адреноблокатор, витаминотерапию, препарат железа. За 1,5 месяца реабилитации устранены выраженные дыхательные нарушения, проявления сердечной недостаточности, повысилась толерантность к физической нагрузке, ликвидированы анемия, гепатопатия, другие осложнения заболевания, восстановлена трудоспособность пациента. Авторы отмечают, что программа реабилитации в домашних условиях, включающая дыхательные упражнения по А.Н. Стрельниковой, физические упражнения и комплексную медикаментозную терапию, позволяют за относительно короткие сроки достичь выраженной положительной динамики после тяжелого течения COVID-19 пневмонии, восстановить трудоспособность пациентов.

Ключевые слова: COVID-19, респираторная реабилитация, сердечная реабилитация, осложнения, венозный тромбоз.

Качковский М.А., Качковская Т.А., Билёва Н.А. Практические аспекты реабилитации пациента с тяжелым течением COVID-19 в домашних условиях // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 28-35. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-28-35.

Kachkovskii MA, Kachkovskaia TA, Bileva NA. Prakticheskie aspekty` reabilitacii pacienta s tyazhely`m techeniem COVID-19 v domashnix usloviyax [Practical Aspects of Rehabilitation of a Patient with Severe COVID-19 at Home]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):28-35. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-28-35 (In Russian).

Качковский Михаил Аркадьевич / Mikhail A. Kachkovskii; e-mail: KachkovskyMA@reaviz.ru

PRACTICAL ASPECTS OF REHABILITATION OF A PATIENT WITH SEVERE COVID-19 AT HOME

Kachkovskii M.A. [1], Kachkovskaia T.A. [2], Bileva N.A. [1]

[1] *Private Educational Organization of Higher Education Medical University "Reaviz", 227 Chapaevskaya Street, 443001 Samara, Russian Federation*
[2] *Private Health Care Institution Clinical Hospital "Russian Railways Medicine", Samara. 12 Agibalova Street, 443041 Samara, Russian Federation*

Abstract

A 56-year-old patient with infection SARS-CoV-2 (COVID-19), community-acquired bilateral polysegmental interstitial pneumonia, severe respiratory illness, was undergoing rehabilitation at home. The volume of lung tissue lesions was 75 %. Shortness of breath with minimal physical exertion, tachycardia persisted after discharge from the hospital. There were manifestations of heart failure, iron deficiency anemia, hepatopathy, and fragmentary venous thrombosis of the left upper extremity. Breathing exercises according to A.N. Strelnikova, physical exercises, drug therapy, including expectorants, anticoagulant, β-blocker, vitamin therapy, iron preparation, were performed at home. Severe respiratory disorders and manifestations of heart failure were eliminated within 1.5 months of rehabilitation, exercise tolerance increased, anemia, hepatopathy, and other complications of the disease were eliminated, and the patient's ability to work was restored. The authors note that the home rehabilitation program, including breathing exercises according to A.N. Strelnikova, physical exercises and complex drug therapy, allow to achieve pronounced positive dynamics after a severe course of COVID-19 pneumonia in a relatively short time, and restore the ability of patients to work.

Keywords: COVID-19, pulmonary rehabilitation, cardiac rehabilitation, complications, vein thrombosis

Введение / Introduction

По данным ВОЗ, по состоянию на 31.01.2021 в Европейском регионе заболело более 34,12 млн человек, в том числе умерло более 740 тысяч [1]. Официальная информация о заболеваемости коронавирусной инфекцией в России свидетельствует о выявлении в нашей стране более 3,85 млн случаев заболевания и 73182 случаев смерти от болезни.

Другой важной проблемой этой пандемии является большое число пациентов с тяжелым течением заболевания. Организация ранней реабилитации особенно актуальна после перенесенной пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Важно организовать проведение ранних реабилитационных мероприятий, начиная с отделения интенсивной терапии и реанимации, и продолжать её как в условиях стационара, так и в условиях дневного стационара или амбулатории [3].

У пациентов с COVID-19 часто развиваются осложнения со стороны лёгких [4, 5], системы кровообращения, включая развитие тромбозов [6, 7], проявления сердечной недостаточности [8]. К относительно частым осложнениям коронавирусной инфекции относятся тревожно-депрессивные расстройства, обусловленные как психологическими причинами, так и объективными факторами снижения работоспособности человека [9]. Всё это требует проведения реабилитационных мероприятий для восстановления здоровья пациентов.

В нашей стране организована реабилитация пациентов после перенесенной пневмонии, ассоциированной с новой коронавирусной инфекцией COVID-19, в санаториях, которая имеет хорошие результаты [10]. Тем не менее, большое количество переболевших и другие объективные причины определили необходимость проведения реабилитации в амбулаторных условиях, в том числе – дома.

Цель / Aim

Проанализировать динамику развития осложнений заболевания на примере конкретного пациента с тяжелым течением заболевания COVID-19 и оценить эффективность проводимых в отношении его реабилитационных мероприятий, проводимых амбулаторно в период временной нетрудоспособности пациента.

Материалы и методы / Materials and methods

Проведён анализ клинического случая заболевания у мужчины 56 лет, врача, с тяжёлым течением заболевания COVID-19. Оценивались сведения из медицинской документации периода стационарного лечения этого пациента и показатели исследований, выполненных с применением унифицированных методик на сертифицированном диагностическом оборудовании на этапе реабилитации пациента.

Клинический диагноз основной: «Коронавирусная инфекция вызванная вирусом COVID-19, вирус идентифицирован (подтвержден ИФА крови на антитела SARS-CoV-2 IgM (6,2) и IgG (15,49) – положительно от 26.10.2020), тяжёлое течение».

Осложнения основного заболевания: «Внебольничная двусторонняя полисегментарная интерстициальная пневмония, тяжёлое течение, ДН3».

Сопутствующие заболевания: «Гипертоническая болезнь II стадии, 1-й степени, риск 2. Хронический пиелонефрит, фаза активного воспаления. Достаточная функция почек (СКФ – 105 мл/мин)».

Результаты / Results

Пациент заболел 10.10.2020 при контакте с проживающим в одной квартире больным родственником. Отмечались жалобы на чувство першения в горле, кашель, повышение температуры тела до 38,6°С, выраженную общую слабость, ломоту в мышцах. ПЦР-тест на COVID-19 от 12.10.2020 был отрицательным, хотя у трёх родственников, проживающих вместе с ним, ПЦР-тесты были положительными. По результатам компьютерной томографии органов грудной клетки от 15.10.2020 диагностировано двустороннее поражение лёгочной ткани с объёмом поражения 75 %. Были обнаружены поражения в виде «матового стекла», характерные для пневмонита при коронавирусной инфекции.

Пациенту проводилось лечение противовирусными препаратами, ацетилсалициловой кислотой, которая в последующем заменена на эликвис по 5 мг два раза в сутки, витаминами (С и D). В последующем в схему лечения добавлены антибактериальные препараты и гидрокортизон внутримышечно. Состояние пациента отмечалось как стабильное, температура тела не превышала значения 38,6°С, однако постепенно нарастала одышка на фоне снижения сатурации кислорода до 86 %. По настоянию лечащего врача пациент 19.10.2020 госпитализирован в инфекционное отделение.

В связи со значительным нарастанием одышки с 21.10.2020 пациент переведён в отделение анестезиологии и реанимации, где осуществлялась респираторная поддержка увлажнённым кислородом, комплексное лечение противовирусными (умифеновир), антибактериальными препаратами (цефтриаксон, ципрофлоксацин, линезолид), проводилась дезинтоксикационная и метаболическая терапия, лечение дексаметазоном, антикоагулянтная терапия (ривароксабан 1, затем 20 мг в сутки, эноксапарин натрия 0,6 мг 2 раза в день), симптоматическая терапия. С 23.10.2020 по 03.11.2020 пациент переведён на аппарат искусственной вентиляции лёгких в связи с усилением дыхательных расстройств. Отмечалось резкое нарастание показателейвоспалительных и метаболических нарушений. В биохимическом анализе крови от 24.10 2020 показатели С-реактивного белка повысились до 586,5 мг/мл (при норме менее 5 мг/мл), лактатдегидрогеназы – до 1812 Ед/л, креатинфосфокиназы – 1080 Ед/л, мочевины – 17,5 ммоль/л. В схему лечения добавлены олокизумаб – 160 мг/мл 0,4 мл подкожно однократно, тоцилизумаб – 400 мг внутривенно капельно однократно. С 03.11.2020 дыхание у пациента регистрировалось самостоятельное, с постоянной ингаляцией увлажнённого кислорода через носовые катетеры. Схема лечения откорректирована добавлением ацетилцистеина и амброксола. Кислородная терапия осуществлялась потоком до 7-ми литров в минуту, с последующим постепенным снижением и отменой в покое 26.11.2020.

У пациента отмечались выраженная астения, снижение в крови показателя общего белка до 47,3 г/л, развитие гипопротеинемических отёков (несмотря на применение белковых питательных смесей), лёгкая железодефицитная анемия (гемоглобин – 111 г/л, эритроциты – $3{,}55\times10^{12}$/л), энтеропатия с диареей, гепатопатия (аланинаминотрансфераза (АЛТ) – 123,6 Ед/л, аспартатаминотрансфераза (АСТ) – 75,2 Ед/л от 04.11.2020), пиелонефрит (анализ мочи по Нечипоренко от 12.11.2020 – лейкоциты 75000/мл, в бактериологическом анализе мочи выделена *Klebsiella pneumoniae*). По данным эхокардиографии от 21.10.2020 отмечена дилатация правых камер сердца: средний диаметр правого желудочка 45 мм при норме менее 36 мм, индекс объёма правого предсердия 32 мл/м^2 при норме менее 30 мл/м^2. Повышенное систолическое давление в лёгочной артерии до 35 мм рт.ст. при норме менее 30 мм рт.ст.

Переход пациента на пероральное питание богатой белками пищей, применение белковых питательных смесей (нутрилона) позволило уменьшить дефицит белка в организме, что привело к устранению гипопротеиновых отёков. Для коррекции энтеропатии применялся комплекс пробиотиков. Использование антибактериального препарата линезолида в комплексе с бактериофагом клебсиелл поливалентным явилось эффективным в лечении пиелонефрита, обусловленного резистентным микроорганизмом *Klebsiella pneumoniae*.

Стойко сохранялись выраженные дыхательные нарушения. В течение трёх недель постепенно осуществлялось снижение потока подаваемого кислорода через носовые катетеры. При попытках кратковременного прекращения подачи кислорода в течение одной минуты отмечалось быстрое снижение насыщения крови кислородом (SpO_2) до уровня менее 85 %. Проводилась легкая гимнастика лежа и сидя для восстановления тонуса мышц, а также небольшие дыхательные тренировки с затруднённым выдохом. С 15.11.2020 под непрерывным потоком кислорода пациент начал осваивать ходьбу около кровати с пяти шагов. Постепенно объём проходимой дистанции под подачей кисло-

рода увеличивался до 80 шагов, нагрузка прекращалась при развитии одышки с резким снижением показателя SpO_2 ниже 88 %. С 23.11.2020 без подачи кислорода в состоянии покоя показатель SpO_2 поддерживался самостоятельно на уровне 96 %. С 25.11.2020 пациент начал проходить расстояние 80–100 шагов до резкого появления одышки и снижения показателя SpO_2 до уровня менее 88 %.

Транспортировка пациента домой после выписки из стационара (27.11.2020) осуществлялась с использованием кислородного баллончика.

При этом у пациента сохранялись:

– стойкие дыхательные нарушения (быстро нарастающая одышка при минимальной нагрузке, кашель с отделением слизистой мокроты, усиливающийся при разговоре);

– проявления сердечной недостаточности в виде тахикардии до 110 в минуту;

– анемия;

– снижение массы тела на 10 кг по сравнению с состоянием до начала болезни.

Реабилитацию пациент предпочёл проходить в домашних условиях, связывая это со сложностью проведения мероприятий физической реабилитации в санатории из-за дыхательных нарушений, более комфортной средой дома, возможностью прохождения минимальных расстояний для обеспечения бытовых потребностей.

Был сформирован индивидуальный план реабилитационных мероприятий, который включал:

– физическую реабилитацию, включая дыхательную гимнастику;

– психологическую реабилитацию (занятия хобби, чтение книг);

– диетотерапию с коррекцией дефицита белка и железа;

– лечение патологии органов дыхания (с применением ацетилцистеина, амброксола);

– лечение тахикардии, проявлений сердечной недостаточности (с применением билопролола 5 мг/сутки);

– антикоагулянтную терапию (с применеим эликвиса 5 мг 2 раза в день);

– коррекцию легкой анемии (препарат железа сорбифер дурулес);

– витаминотерапию (витаминами C и D).

В первые дни выполнялись легкие физические упражнения, которые вызывали быстрое развитие одышки и потребность кратковременного применения кислородного концентратора.

Дыхательные тренировки с затруднением выдоха через два дня дополнились комплексом дыхательной гимнастики по А.Н. Стрельниковой [11]. В первый раз пациент выполнил только треть комплекса упражнений из-за появления одышки. Объективный контроль осуществлялся с использованием пульсоксиметрии.

Постепенно объём переносимых нагрузок увеличивался. На 3-й день после выписки пациент смог выйти на улицу и пройти расстояние 100 шагов с использованием кислородного баллончика при возвращении в квартиру.

Предпочтение дыхательной гимнастике по А.Н. Стрельниковой было отдано по ряду причин:

– упражнения данного комплекса выполняются с глубоким вдохом, что позволяет легче переносить нагрузки при дыхательной недостаточности;

– в сети Интернет размещён видеоурок, проводимый с группой пациентов доктором М.Н. Щетининым, что позволяет легко его освоить и повторять задания при видеосопровождении;

– упражнения комплекса усиливают носовое дыхание и позволяют очищать нос при наличии выделений слизи;

– стимулируется отхождение мокроты с кашлем, что важно при COVID-19 для профилактики развития фибротических изменений в лёгких.

В течение недели пациент увеличил объём выполняемой дыхательной гимнастики до двух комплексов упражнений, выполняемых утром и вечером. Это сопровождалось повышением переносимости физических нагрузок, увеличением их объёма. Через несколько дней пациент уже выполнял прогулки по улице с увеличением дистанции до 150–200 метров.

Монотерапия бисопрололом проводилась для купирования тахикардии. В последующем добавлен спиронолактон в дозе 25 мг для комплексного лечения сердечной недостаточности. Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) не применялись в связи с невысоким уровнем артериального давления, несмотря на предшествующую артериальную гипертонию 1-й степени.

Данная терапия оказалась достаточной для коррекции гемодинамических нарушений. По данным эхокардиографии от 19.12.2020, отмечалась положительная динамика, исчезновение показателей, характеризующих перегрузку правых камер сердца. Правый желудочек: диастолический размер 2,7 см, на уровне трикуспидального клапана – 3,6 см. Давление в лёгочной артерии нормализовалось и составило 27 мм рт.ст. Выявлена диастолическая дисфункция левого желудочка 1-го типа, характерная для артериальной гипертонии, имевшей место в анамнезе.

Рекомендуемая антикоагулянтная терапия оказалась весьма важной в амбулаторном лечении пациента. Это связано с выявлением тромбоза медиальной подкожной вены левой верхней конечности (*v. basilica*), который пальпировался как плотное подкожное образование диаметром 5 мм, напоминающее лимфатический узел. 19.12.2020 диагноз фрагментарного окклюзирующего тромбоза подтверждён при ультразвуковом исследо-

вании вен левой руки. Через две недели случайно было выявлено уплотнение размером до 2 мм по ходу латеральной подкожной вены левой верхней конечности (*v. cephalica*). Уплотнения сохранялись через 2 месяца после выписки из стационара.

По данным компьютерной томографии органов грудной клетки от 21.12.2020, по всем легочным полям, субплеврально и центрально, определяются участки фиброза различной плотности, по объему достигающие до 75 %, а также участки неравномерной мозаичной пневматизации.

Несмотря на столь значительное поражение лёгочной ткани, реабилитационные мероприятия сопровождались существенным уменьшением одышки при физических нагрузках. 23.12.2020 контрольный тест с подъёмом по лестнице показал, что при подъеме на 5-й этаж показатель SpO_2 резко снизился до 88 %, сохранялся на этом уровне при дальнейшем подъеме на 8-й этаж, где резко усилилась одышка на фоне стремительного снижения показателя SpO_2 до 83 %, что потребовало прекращения нагрузки. Через две минуты показатель SpO_2 составил 92 % с дальнейшим быстрым восстановлением до 97 %. В последующие дни переносимость физической нагрузки продолжала возрастать.

В ходе проведения реабилитации у пациента развился острый гастрит, проявившийся болью в эпигастрии, гастроспазмом. Болевые явления купированы приёмом *per os* 120 мг дротаверина и повторной внутримышечной инъекцией препарата. Лечение пациента в течение двух недель, включающее диету № 1 по М.И. Певзнеру, приём лечебной минеральной воды Ессентуки-4, ингибитора протонной помпы, отмену растворимого витамина С и препарата железа, позволило устранить данное осложнение.

Клинический и биохимический анализы крови от 11.12.2020 свидетельствовали о нормализации показателей белкового обмена (общий белок – 77 г/л, альбумин – 45 г/л), устранении анемии (гемоглобин – 15,3 г/дл; эритроциты – $5{,}01\times10^{12}$/л) и гепатопатии (АЛТ – 31 Ед/л, АСТ – 32 Ед/л), снижении креатинкиназы до 344 Ед/л. Регистрировались нормальные показатели коагулограммы.

В связи с восстановлением дыхательной функции, компенсацией ранее имевших место гемодинамических нарушений пациент закрыл листок временной нетрудоспособности по болезни и 11.01.2021 приступил к работе. Длительность заболевания (вместе с пребыванием в стационаре) составила 1,5 месяца, амбулаторный этап реабилитации – 1,5 месяца.

Обсуждение / Discussion

Данный клинический случай демонстрирует тяжелое течение инфекционного заболевания (COVID-19), вызванного коронавирусом тяжёлого острого респираторного синдрома – 2 (SARS-CoV-2) с развитием осложнений в виде внебольничной двусторонней полисегментарной интерстициальной пневмонии, дыхательной недостаточности III степени, сердечной недостаточности, нарушений белкового обмена, анемии, пиелонефрита, миопатии, гепатопатии, энтеропатии, венозных тромбозов.

Сохранение выраженных дыхательных расстройств весь период стационарного лечения и указанные осложнения определяли необходимость проведения реабилитационных мероприятий.

Поражения лёгких в виде интерстициальной пневмонии, тяжелого респираторного дистресс-синдрома являются наиболее частыми тяжелыми осложнениями коронавирусной инфекции COVID-19.

Согласно официальному протоколу диагностики и лечения (7-е издание), объявленному Национальной комиссией здравоохранения Китая [5], поражения лёгких при данной инфекции характеризуются заполнением альвеол жидкостью с фибрином и гиалиновыми мебранными образованиями. Наблюдается выраженный отек и застой в альвеолах. Присутствуют фибриновые микротромбы. В рекомендациях указано, что компьютерная томография имеет большое значение не только для диагностики COVID-19, но также для мониторинга прогрессирования заболевания и оценки терапевтической эффективности.

Проведение компьютерной томографии органов грудной клетки у данного пациента выявило значительный объём поражения лёгочной ткани (75%), что определило стойкое сохранение дыхательных расстройств весь период стационарного лечения и амбулаторной реабилитации.

У части таких пациентов имеют место последствия вспомогательной искусственной вентиляции легких и длительной иммобилизации с постельным режимом, к которым относятся: снижение функции легких; мышечная слабость [12]. Указанные проблемы регистрировались и у наблюдаемого пациента.

Мониторинг дыхательной функции у пациента с COVID-19, согласно Временным методическим рекомендациям «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020)» [13], рекомендуется осуществлять с помощью пульсоксиметрии. Признаками острой дыхательной недостаточности является снижение показателя SpO_2 менее 90 %. Как показал данный клинический случай, это важный количественный показатель. При снижении показателя SpO_2 во время ходьбы и дыхательных тренировок до 88 % и менее пациент испытывал одышку, вынужден был прекращать физическую нагрузку.

Для восстановления дыхательной функции использовалась гимнастика по А.Н. Стрельниковой, которая легко переносилась пациентом, поскольку глубокие вдохи при выполнении упражнений компенсировали имеющиеся у него нарушения газообмена, вызванные выполнением физических нагрузок. Также дозированно выполнялись тренировки с затрудненным выдохом.

Существуют другие методы дыхательной гимнастики. В частности, метод волевой ликвидации глубокого дыхания по К.П. Бутейко также получил применение в процессе реабилитации лиц, перенесших COVID-19 [14].

Наиболее перспективными для проведения респираторной реабилитации являются первые два месяца после острого периода коронавирусной инфекции – так называемый период терапевтического окна [15]. У нашего пациента ежедневные регулярные тренировки и медикаментозная терапия позволили в этот период добиться восстановления дыхательной функции, бытовой активности и физической работоспособности.

Сердечная недостаточность – распространенное состояние, с которым можно столкнуться на разных этапах лечения пациента с COVID-19 [8]. Эхокардиография является одним из основных диагностических методов при обследовании сердца у таких пациентов [16]. Данное исследование в динамике показало, что если в период стационарного лечения у пациента наблюдались дилатация правых отделов сердца и повышение давления в лёгочной артерии, то при контрольном исследовании на фоне лечебно-реабилитационных мероприятий эти нарушения выявлены не были. Поэтому проводимая терапия бисопрололом и верошпироном, физические тренировки и дыхательная гимнастика являются эффективными в сердечной реабилитации после инфекции COVID-19. Длительное применение антикоагулянтов (ривороксабан 20 мг в сутки, апиксабан 5 мг 2 раза в сутки) позволило избежать серьезных тромботических осложнений, несмотря на наличие фрагментарных венозных тромбозов в левой верхней конечности.

Заключение / Conclusion

Данный клинический случай свидетельствует об эффективности комплексных реабилитационных мероприятий, включающих диетотерапию, физическую реабилитацию, дыхательную гимнастику и медикаментозную терапию для восстановления пациента в домашних условиях после тяжелого течения коронавирусной инфекции COVID-19.

Основной проблемой при восстановлении пациентов с COVID-19 являются дыхательные нарушения ввиду массивного поражения легочной ткани и последствий искусственной вентиляции легких. Это определяет необходимость проведения физической реабилитации и дыхательных упражнений, обеспечивающих значительное восстановление при их регулярном выполнении в начальный период реабилитации.

Перегрузка правых отделов сердца, обусловленная дыхательной недостаточностью при COVID-19, может быть обратимой. Для её коррекции, кроме дыхательных упражнений, целесообразно осуществлять медикаментозное лечение согласно клиническим рекомендациям ведения пациентов с сердечной недостаточностью.

Тромботические осложнения часто возникают при коронавирусной инфекции и могут представлять опасность в первые месяцы после заболевания. Длительность антикоагулянтной терапии при тяжелом течении COVID-19 должна составлять не менее 3 месяцев.

Этика публикации / Publication ethics. Все данные являются реальными и подлинными. Представленная статья ранее опубликована не была. Все заимствования корректны.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Всемирная организация здравоохранения. Ситуация с COVID-19 в Европейском регионе ВОЗ по состоянию на 31-01-2021 [Электронный ресурс], 10:00 (CET). - Режим доступа: https://who.maps.arcgis. com/apps/opsdashboard/index.html#/a19d5d1f86ee4d99b013eed5f637232d (дата обращения: 31.01.2021).
2. Правительство Российской Федерации. Официальная информация о коронавирусе в России. Оперативные данные. По состоянию на 31 января 2021 г. 11:00. https:// стопкоронавирус.рф (дата обращения: 31.01.2021).
3. Временные методические рекомендации. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 2 (31.07.2020). – Режим доступа: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/ attaches/000/051/187/original/31072020_Reab_COVID-19_v1.pdf (дата обращения: 31.01.2021).
4. SARS-CoV-2 causing pneumonia-associated respiratory disorder (COVID-19): diagnostic and proposed therapeutic options / C. Chakraborty, AR. Sharma, G. Sharma et al. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2020 Apr;24(7): 4016-26. DOI: 10.26355/ eurrev_202004_20871.
5. The State Council of the People's Republic of China. Clinical Protocols for the Diagnosis and Treatment of COVID-19. Version 7 on March 3, 2020: http://english.www.gov.cn/2020specia l/5e32830ec6d019625c60433b/202003/26/content_ WS5e7c6347c6d0c201c2cbf855.html (Accessed 31 Jan 2021).
6. COVID-19 and thrombosis: Beyond a casual association / JL. Castro. Med Clin (Barc). 2020 Jul; 10;155(1):44. DOI: 10.1016/j.medcli.2020.04.014.

7. Венозные тромботические осложнения как спутник новой коронавирусной инфекции COVID-19 / В.Е. Баринов, В.В. Бояринцев // Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2020. № 2. С. 22-27. DOI: 10.26269/ayxs-2p77.
8. Heart failure and COVID-19 / Bader F, Manla Y, Atallah B, Starling RC. Heart Fail Rev. 2021 Jan;26(1):1-10. DOI: 10.1007/s10741-020-10008-2.
9. Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors. Mazza MG, Lorenzo RDe, Conte C, et al. Brain Behav Immun. 2020 Oct;89:594-600. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.07.037.
10. Результаты оздоровительного лечения пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию COVID-19, в условиях фтизиопульмоноло-гического санатория / Н.И. Макарова, Т.Ю. Цыгина, А.В. Макарова, П.К. Яблонский // Медицинский альянс. 2020. 8(3). С. 15-24.
11. Михаил Николаевич Щетинин. Дыхательная гимнастика Стрельниковой. Видеозанятие. Основной комплекс за 11 минут. Бесплатно. https://www.youtube.com/watch?v=yPAYTeoWsiI (дата обращения: 31.01.2021).
12 Медицинская реабилитация пациентов с пневмонией, вызванной инфекцией COVID-19, в Республике Беларусь / В.Б. Смычек, Д.С. Казакевич, С.В. Козлова // Физическая и реабилитационная медицина. – 2020. 2(3). С. 17-26. DOI: 10.26211/2658-4522-2020-2-3-17-26.
13. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020).». – Режим доступа: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/052/550/ original/%D0%9C%D0%A0_COVID-19_%28v9%29. pdf?1603788097 (дата обращения: 31.01.2021).
14. Роль дыхательной гимнастики Бутейко в процессе реабилитации лиц, перенесших COVID-19 / В.Г. Батуренец, Л.Д. Батищева // Физическая культура и спорт: интеграция науки и практики. - Материалы XVII Международной научнопрактической конференции. Ставрополь, 2020. С. 300-303.
15. Bartlo P, Bauer N. Pulmonary Rehabilitation Post-Acute, Care for Covid-19 (PACER). Available from: https://youtu. ʻ be/XjY_7O3Qpd8 Accessed 31 Jan 2021.
16. Особенности ультразвукового исследования сердца у пациентов с новой коронавирусной инфекцией / О.Н. Джиоева, О.М. Драпкина // Артериальная гипертензия. 2020. 26(3). С. 270-276. DOI: 10.18705/1607-419X-2020-26-3-270-276.

References

1. Vsemirnaya organizaciya zdravoohraneniya. Situaciya s COVID-19 v Evropejskom regione VOZ po sostoyaniyu na 31-01-2021, 10:00 (CET) [World Health Organization. COVID-19 situation in the WHO European Region as of 31 Jan 2021, 10:00 (CET)]. https://who.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/ index.html#/a19d5d1f86ee4d99b013eed5f637232d. Accessed 31 Jan 2021 (In Russian).
2. Pravitel'stvo Rossijskoj Federacii. Oficial'naya informaciya o koronaviruse v Rossii. Operativnye dannye. Po sostoyaniyu na 31 yanvarya 11:00. [Government of the Russian Federation. Official information about the coronavirus in Russia. Real-time data. As of 31 Jan 2021, 11:00]: https://стопкоронавирус.рф. Accessed 31 Jan 2021 (In Russian).
3. Vremennye metodicheskie rekomendacii. Medicinskaya reabilitaciya pri novoj koronavirusnoj infekcii (COVID-19). Versiya 2 (31.07.2020). [Temporary guidelines. Medical rehabilitation for new coronavirus infection (COVID-19). Version 2 (31 Jun 2020).]: https://static-0.minzdrav.gov.ru/system/attachments/attaches/000/051/187/original/31072020_ Reab_COVID-19_v1.pdf. Accessed 31 Jan 2021 (In Russian).
4. SARS-CoV-2 causing pneumonia-associated respiratory disorder (COVID-19): diagnostic and proposed therapeutic options / C. Chakraborty, AR. Sharma, G.Sharma et al. Eur Rev Med Pharmacol Sci. 2020 Apr;24(7): 4016-26. DOI: 10.26355/ eurrev_202004_20871.
5. The State Council of the People's Republic of China. Clinical Protocols for the Diagnosis and Treatment of COVID-19. Version 7 on March 3, 2020. http://english.www.gov.cn/2020specia l/5e32830ec6d019625c6043 3b/202003/26/content_ WS5e7c6347c6d0c201c2cbf855. html (Accessed 31 Jan 2021).
6. COVID-19 and thrombosis: Beyond a casual association / JL. Castro. Med Clin (Barc). 2020 Jul; 10;155(1):44. DOI: 10.1016/j.medcli.2020.04.014.
7. Venoznye tromboticheskie oslozhneniya kak sputnik novoj koronavirusnoj infekcii COVID-19 [Venous thrombotic complications as a companion of the new coronavirus infection COVID-19] / V.E. Barinov, V.V. Boyarincev // Klinicheskij vestnik Kremlevskaya medicina. [Kremlin Medicine. Clinical Bulletin]. 2020;(2):22-7. DOI: 10.26269/ayxs-2p77] (In Russian).
8. Heart failure and COVID-19 / Bader F, Manla Y, Atallah B, Starling RC. Heart Fail Rev. 2021 Jan;26(1):1-10. DOI: 10.1007/s10741-020-10008-2.
9. Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors. Mazza MG, Lorenzo RDe, Conte C, et al. Brain Behav Immun. 2020 Oct;89:594-0. DOI: 10.1016/j.bbi.2020.07.037.
10. Makarova NI, Cygina TY, Makarova AV, Yablonskij PK Rezul'taty ozdorovitel'nogo lecheniya pacientov, perenesshih novuyu koronavirusnuyu infekciyu COVID-19, v usloviyah ftiziopul'monologicheskogo sanatoriya [The results of the wellness treatment of patients who have undergone a new coronavirus infection COVID-19 in a phthisiopulmonological sanatorium] // Medicinskij al'yans [Medical Alliance]. 2020;8(3):15-24] (In Russian).
11. Mihail Nikolaevich Shchetinin. Dyhatel'naya gimnastika Strel'nikovoj. Video zanyatie. Osnovnoj kompleks za 11 minut. Besplatno. [Mikhail Nikolaevich Shchetinin. Respiratory gymnastics Strelnikova. Video lesson. The main complex in 11 minutes. Free]. https://www.youtube.com/watch?v=yPAYTeoWsiI Accessed 31 Jan 2021 (In Russian).
12. Smychek VB, Kazakevich DS, Kozlova SV. Medicinskaya reabilitaciya pacientov s pnevmoniej, vyzvannoj infekciej COVID-19, v Respublike Belarus' [Medical rehabilitation of patients with pneumonia caused by COVID-19 infection in the Republic of Belarus] // Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [Physical and Rehabilitation Medicine]. 2020; 2(3): 17-26. DOI: 10.26211/2658-4522- 2020-2-3-17-26 (In Russian).
13. Vremennye metodicheskie rekomendacii «Profilaktika, diagnostika i lechenie novoj koronarovirusnoj infekcii (COVID-19). Versiya 9 (26.10.2020)» [Temporary guidelines «Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 9 (26 Oct 2020)»]. https://static-0.minzdrav. gov.ru/system/attachments/attaches/000/ 052/550/original/%D0%9C%D0%A0_COVID-19_%28v9%29.pdf?1603788097 Accessed 31 Jan 2021 (In Russian).

14. Baturenec VG, Batishcheva LD. Rol' dyhatel'noj gimnastiki Butejko v processe reabilitacii lic, perenesshih COVID-19 [The role of Buteyko breathing exercises in the process of rehabilitation of persons who have undergone COVID-19] // Fizicheskaya kul'tura i sport: integraciya nauki i praktiki: Materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Stavropol' [Physical culture and sport: integration of science and practice: Materials of the XVII International Scientific and Practical Conference. Stavropol]. 2020:300-3 (In Russian).
15. Bartlo P, Bauer N. Pulmonary Rehabilitation Post-Acute, Care for Covid-19 (PACER). Available from: https://youtu.ʻbe/XjY_7O3Qpd8 Accessed 31 Jan 2021.
16. Dzhioeva ON, Drapkina OM. Osobennosti i ul'trazvukovogo issledovaniya serdca u pacientov s novoj koronavirusnoj infekciej [Features of ultrasound examination of the heart in patients with new coronavirus infection] // Arterial'naya l gipertenziya [Arterial hypertension]. 2020;26(3): 270-6. DOI: 10.18705/1607-419X-2020-26-3-270-276 (In Russian).

Рукопись поступила / Received: 01.02.2021
Принята в печать / Accepted for publication: 05.03.2021

Авторы

Качковский Михаил Аркадьевич – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры внутренних болезней, Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет „Реавиз“», ул. Чапаевская, д. 227, г. Самара, 443001, Российская Федерация. E-mail: KachkovskyMA@reaviz.ru

Качковская Татьяна Александровна – врач функциональной диагностики, Частное учреждение здравоохранения «Клиническая больница „РЖД-Медицина“», ул. Агибалова, дом 12, г. Самара, 443041, Российская Федерация. E-mail: ktaf.68@yandex.ru

Билёва Наталья Александровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры клинической медицины, Частное учреждение образовательная организация высшего образования «Медицинский университет „Реавиз“», ул. Чапаевская, д. 227, г. Самара, 443001, Российская Федерация. E-mail: kosyakova1987@list.ru

Authors

Kachkovskii Mikhail Arkadievich, Grand PhD in Medical sciences, Professor, Department of Internal Diseases, Private Educational Organization of Higher Education Medical University "Reaviz", 227 Chapaevskaya Street, 443001 Samara, Russian Federation. E-mail: KachkovskyMA@reaviz.ru

Kachkovskaia Tatiana Aleksandrovna, functional diagnostics MD, Private Health Care Institution Clinical Hospital "Russian Railways Medicine". 12 Agibalova Street, 443041 Samara, Russian Federation. E-mail: ktaf.68@yandex.ru

Bileva Natalia Aleksandrovna, PhD, Associate Professor, Department of Clinical Medicine, Private Educational Organization of Higher Education Medical University "Reaviz", 227 Chapaevskaya Street, 443001 Samara, Russian Federation. E-mail: kosyakova1987@list.ru

УДК 616.8 831-009.11-031.4 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-36-47*

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ДЕТСКОГО ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛИЧА (НАУЧНЫЙ ОБЗОР). ЧАСТЬ 1: ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ И КЛИНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СПАСТИЧЕСКИХ ФОРМ

Кольцов А.А., Джомардлы Э.И.

Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта,
ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Резюме

Введение. Детский церебральный паралич является важной медико-социальной проблемой, приводящей к детской инвалидности. Научный обзор публикуется в двух частях. Часть 1 посвящена вопросам этиологии, патогенеза и клинических проявлений, а часть 2 – вопросам диагностики и лечения спастических форм детского церебрального паралича.

Цель. Анализ мировой литературы по аспектам этиологии, патогенеза и клинических проявлений детского церебрального паралича.

Материалы и методы. Поиск литературных источников в открытых электронных базах PubMed и eLIBRARY за весь доступный в этих базах период.

Результаты и обсуждение. Ведущими причинами детского церебрального паралича считают повреждения или аномалии развития головного мозга плода в перинатальном периоде, однако растёт количество публикаций, посвященных исследованиям влияния генетических и иммунологических факторов.

Выводы. Анализ литературных источников продемонстрировал рост числа публикаций, углубляющих научные знания о разных аспектах детского церебрального паралича. Вместе с тем остаётся значительное количество вопросов, требующих уточнения и более детального исследования. Изучение этиологии, патогенеза и клинических особенностей детского церебрального паралича демонстрирует более широкий взгляд современной медицины на проблему и необходимо для последующего анализа методов диагностики и, в особенности, лечения пациентов с данной патологией.

Ключевые слова: детский церебральный паралич, дети, контрактуры спастичность, GMFCS, деформации.

Кольцов, А.А., Джомардлы Э.И. Общие вопросы детского церебрального паралича (научный обзор). Часть 1: этиология, патогенез и клинические особенности спастических форм // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 36-47. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-36-47.

Koltsov AA, Dzhomardly EI. Obshchie voprosy detskogo cerebral'nogo paralicha (Nauchnyj obzor). Chast' 1: Etiologiya, patogenez i klinicheskie osobennosti spasticheskih form [General Issues of Cerebral Palsy in Children: A Scientific Review. Part 1: Etiology, Pathogenesis and Clinical Features of Spastic Forms]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):36-47. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-36-47 (In Russian).

Кольцов Андрей Анатольевич / Andrey A. Koltsov; e-mail: katandr2007@yandex.ru

GENERAL ISSUES OF CEREBRAL PALSY IN CHILDREN (A SCIENTIFIC REVIEW). PART 1: ETIOLOGY, PATHOGENESIS AND CLINICAL FEATURES OF SPASTIC FORMS

Koltsov A.A., Dzhomardly E.I.

Albrecht Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled,
50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. Cerebral palsy (CP) is an important medical and social problem that leads to childhood disability. The scientific review is published in two sections. Part 1 is devoted to the etiology, pathogenesis and clinical features, and part 2 – to the diagnosis and treatment of cerebral palsy.

Aim. Analysis of the world literature on aspects of the etiology, pathogenesis and clinical features of cerebral palsy.

Materials and methods. Searching for literature sources in open electronic databases PubMed and eLIBRARY for the entire period available in these databases.

Results and discussion. The leading causes of cerebral palsy are considered to be damages or abnormalities in the development of the fetal brain in the perinatal period, but the number of publications devoted to research on the influence of genetic and immunological factors is growing.

Summary. The analysis of literary sources has shown an increase in the number of publications that deepen scientific knowledge about various aspects of cerebral palsy. However, there is still significant number of issues that require clarification and more detailed research.

The study of the etiology, pathogenesis and clinical features of cerebral palsy demonstrates a broader view of current medicine on the problem and is necessary for the subsequent analysis of the diagnostic and the treatment of patients with CP.

Keywords: cerebral palsy; children; contractures, spasticity; GMFCS; deformities.

Введение / Introduction

Согласно последнему консенсусу, под термином детский церебральный паралич (ДЦП) принято понимать группу персистирующих расстройств позы тела и движений, приводящих к ограничению социальной активности больного, относящихся к непрогрессирующим патологическим состояниям, вызванным воздействием повреждающего агента на развивающийся мозг плода или ребенка [1–4]. В настоящее время данное заболевание продолжает оставаться одной из важных социально значимых проблем. Актуальность проблемы ДЦП обусловлена высокой частотой детской неврологической инвалидности на фоне высокой частоты встречаемости ДЦП в педиатрической популяции. Несмотря на тот факт, что базовые представления об этиологии, патогенезе и клинических проявлениях ДЦП известны и детально представлены в мировой литературе, их рассмотрение в данном обзоре необходимо для последующего анализа наиболее используемых в клинической практике методов диагностики и лечения детей со спастическими формами ДЦП.

Цель / Aim

Целью научного обзора является анализ мировой литературы по аспектам этиологии и патогенеза ДЦП.

Материалы и методы / Materials and methods

Поиск литературных источников в открытых электронных базах PubMed и eLIBRARY за весь доступный в этих базах период.

Критерии включения: наличие полнотекстовых источников и структурированного материала.

Критерии исключения: тезисы докладов, клинические примеры, исследования, имеющие признаки дублирования. В случае наличия таких статей выбирали более поздний по дате публикации источник.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

История вопроса. Первые описания больных с врожденными параличами находят в трудах Гиппократа, К. Галена, в произведениях древнего искусства, литературы [5–7] и лишь в XIX веке проблема врожденных параличей привлекла внимание исследователей. Ученый J.-B. Cazauvielh (1827) сообщил о церебральной атрофии у лиц с врожденными параличами и попробовал провести их дифференциальную диагностику с травмой. По результатам данной работы представил клинико-анатомические параллели при гемиплегиях, для обозначения которых он впервые применил термин «врожденный церебральный паралич» [7].

Несколько позже Delpech P. (1830) впервые объединил врожденные двигательные расстройства, проявляющиеся двусторонним поражением рук и ног, в клиническую группу и обозначил как «общая мозговая ригидность» [6]. Основоположником изучения церебральных параличей считается английский врач-хирург William Little (1810–1894) [5, 7–10]. Работа В. Литтля по церебральному параличу началась в конце 1830-х годов, когда он читал лекции о родовых травмах. В 1853 г. он опубликовал свое исследование в работе под названием «О природе и лечении деформации человеческого каркаса» [5, 9, 11–13]. Он подчеркивал, что ребенок уже на ранних стадиях своего развития может формироваться с серьезными и специфическими недугами [5, 9–11]. По результатам дальнейших исследований W. Little в 1861 г. сделал доклад на заседании Английского королевского клинического общества и опубликовал свои наблюдения за детьми, у которых после перенесенных при родах травмах головы развивались параличи конечностей [5, 9, 10]. Исторически это заболевание было названо болезнью Литтля [5, 9, 10]. Также следует отметить значимый вклад канадского ортопеда Уильяма Ослера (William Osler) в изучение детского церебрального паралича, который в своей монографии «Церебральные параличи у детей» отметил связь между трудными родами и поражениями нервной системы у детей [14, 15]. Вместе с тем сам термин «детский церебральный паралич» принадлежит известному австрийскому невропатологу, а впоследствии – выдающемуся психиатру и основоположнику психоанализа, Зигмунду Фрейду. В 1893 г. он предложил объединить все формы спастических параличей внутриутробного происхождения со сходными клиническими признаками в группу церебральных параличей [16–18]. В 1958 г. на заседании VIII пересмотра ВОЗ в Оксфорде этот термин утвердили и дали определение: «детский церебральный паралич – непрогрессирующее заболевание головного мозга, поражающее его отделы, ответственные за контроль движения и положения тела»[6].

Позже, в 1983 г., отечественный невролог Л.О. Бадалян предложил называть данную патологию «дизонтогенетическими поступательными дискинезиями» [11]. В англоязычной литературе используют в основном термин: «церебральный паралич» и «спастический паралич». В настоящее время большинство авторов считают диагноз ДЦП собирательным [16, 17, 19, 20], объединяющим группу нейропсихосоматических синдромов, возникающих в результате недоразвития и/или повреждения мозга в раннем периоде его развития и в дальнейшем проявляющихся, прежде всего, неспособностью сохранять позу и выполнять произвольные движения (Иваницкая И. Н., 1993) [21].

Знаменательной вехой в становлении взглядов на детский церебральный паралич было проведение в июле 2004 г. в Мериленде (США) Международного семинара по определению и классификации церебральных параличей [15]. Участники семинара подтвердили важность этой нозологической формы и подчеркнули, что ДЦП является не этиологическим диагнозом, а клиническим описательным термином. Результаты работы семинара были опубликованы в статье «Предложение по определению и классификации церебрального паралича» [1]. Авторы предложили следующее определение ДЦП, которое представлено в начале обзора.

Почти за полуторавековую историю изучения данного заболевания накопился значительный пул публикаций.

Например, поиск в мировой базе данных PubMed и российской базе данных eLIBRARY по ключевым словам «cerebral palsy» и «детский церебральный паралич» показал 29934 и 14534 ссылок, соответственно. При этом за последние двадцать лет наблюдается экспоненциальный рост числа публикацией (рис. 1). Согласно этим данным, распространенность ДЦП варьируется в широком диапазоне от 1,5 до 3,5 случаев на 1000 живорожденных детей [3, 4, 22] и в настоящее время число таких пациентов продолжает расти [23].

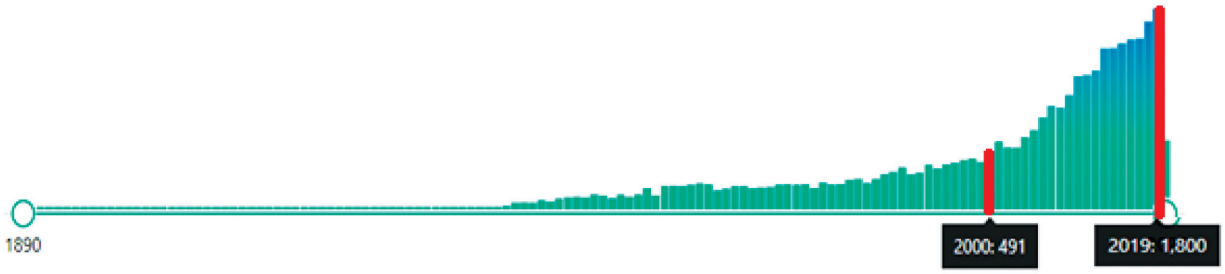


Рис. 1. Динамика количества ссылок на литературные источники в базе данных PubMed по ключевым словам cerebral palsy по состоянию на декабрь 2019 года

Figure 1. Dynamics of the number of references to literary sources in the PubMed database for the keywords ‘cerebral palsy’ as of 12.2019

При этом среди недоношенных детей, а также у детей с низкой и экстремально низкой массой тела частота ДЦП выше по сравнению с детьми, рожденными в срок и с нормальным весом [3, 4].

Этиология. В настоящее время исследователи едины во мнении о полиэтиологичности детского церебрального паралича [22, 24, 25]. Ведущими причинами развития ДЦП являются повреждения или аномалии развития головного мозга плода [24]. В то же время последствия воздействия патологического фактора зависят не столько от природы вредного фактора, сколько от периода внутриутробного развития, совпадающего с определенным «критическим» этапом, влияющим на дизэмбриогенез, который и формирует патологию ЦНС [6, 26]. Следовательно, все причины, которые могут привести к структурным изменениям ЦНС, в зависимости от периода развития ребенка, можно поделить на три большие группы: пренатальные, интранатальные (в родах) и перинатальные [24, 25, 27]. Значительная доля всех причин приходится на пренатальные патогенетические факторы [3, 4, 22], в последующем внутриутробная патология часто отягощается интранатальной.

В последние годы растёт количество публикаций, посвященных исследованиям нейроиммунных механизмов, лежащих в основе формирования ДЦП. Так, у больных 4–16 лет с поздней резидуальной стадией ДЦП авторы выявили антимозговые антитела в периферической крови, образующиеся, по мнению исследователей, в ответ на поступление мозговых антигенов (в частности, белка S-100, основного белка миелина, альфа-2-гликопротеина, TNF-α, РНК и ДНК продуктов распада) в результате деструкции нейронов и инициирующие аутоиммунный процесс. Непосредственной параллели между клиническими проявлениями заболевания и уровнем перечисленных антител не обнаружено, однако отклонения уровня антител у больных детей по сравнению со здоровыми являются достаточно значимыми [28, 29, 30].

Увеличивается количество работ, изучающих роль наследственной предрасположенности и генетической патологии в структуре ДЦП [27, 31]. Lee et al. [32] выделяют семь так называемых красных флажков, когда у ребенка с ДЦП необходимо подозревать генетическую составляющую: нормальная МР-картина; патологический очаг локализован в сером веществе головного мозга; тяжелые клинические проявления при отсутствии в анамнезе перинатального повреждения головного мозга; семейный анамнез наследственного заболевания; прогрессирование или регрессирование тяжелой неврологической симптоматики; изолированная мышечная гипотония; ригидность (вместо спастичности) по результатам клинического обследования; параплегия.

Согласно последним систематическим обзорам, генетический фактор вероятен у трети всех детей с церебральным параличом, особенно у детей без общеизвестных факторов риска, таких как недоношенность и гипоксия [33, 34]. По данным исследователей, существует значительное количество генетических состояний, фенотипически проявляющихся синдромом ДЦП [35]. Клинически эти генетические заболеваний могут протекать в виде истинной или мнимой мышечной слабости (инфантильная нейроаксональная дистрофия), в форме диплегии или тетрапареза (адренолейкодистрофия), дистонии (Dopa – зависимая дистония), атаксии (Х-сцепленная спинномозжечковая атаксия) [36]. В англоязычной литературе все эти заболевания нередко объединяют под общим термином cerebral palsy mimics [19, 36, 37].

Патогенез детского церебрального паралича определяется местом локализации в мозге тех или иных патологических процессов: могут развиваться парезы, гиперкинезы, атаксии и другие формы моторной недостаточности [38]. Так, у больных с атактической и атонически-астатической формами ДЦП характерными изменениями являются перивентрикулярная лейкомаляция, уменьшение мозжечка в объеме, атрофия серого вещества, кистозная энцефаломаляция [39]. При гиперкинетических формах патологические изменения локализуются как на корковом, так и на подкорковом уровнях [20]. Для больных со спастическими формами характерные изменения выражены в перивентрикулярном белом веществе с развитием вентрикуломегалии и перивентрикулярных кист [40, 20]. При гемипаретической форме изменения касаются контралатерального (на клинически интактной стороне) полушария мозга с его атрофией, грубыми нарушениями плотности перивентрикулярного белого вещества [41, 42].

Предполагается, что наиболее тяжело протекающие формы ДЦП (спастический тетрапарез, спастико-гиперкинетическая и гиперкинетическая формы) обусловлены распространением патологических изменений из области перивентрикулярного белого вещества на проводники в стриопаллидарной системе и воздействием на процесс аксо-дендритного ветвления собственно в базальных ядрах. Дисфункция при этом охватывает отделы мозга, выходящие за пределы подкорковых узлов (Скворцов И. А., 1995, 2001).

Классификация. Как известно, по мере накопления клинических и инструментальных данных по любой изучаемой проблематике закономерно возникает потребность в их систематизации. По данным литературы, первую достаточно полную классификацию детского церебрального паралича предложил S. Freud (1961). В её основе лежали клинические критерии и, прежде всего,

характер двигательных расстройств [43]. В своей классификации он впервые выделил типы ДЦП, которые были положены в основу многих последующих классификаций.

В отечественной литературе наиболее известной является классификация, предложенная К.А. Семеновой (1973), где отражены основные клинические формы ДЦП:

1. Спастическая диплегия (синдром Литтля).
2. Спастическая гемиплегия или гемипаретическая форма.
3. Двойная гемиплегия.
4. Атонически-астатическая форма.
5. Гиперкинетическая форма.

Согласно международной классификации болезней (МКБ–10, 1989), выделяют следующие формы детского церебрального паралича:

G80.0 спастический церебральный паралич;

G80.1 спастическая диплегия;

G80.2 детская гемиплегия;

G80.3 дискинетический церебральный паралич;

G80.4 атаксический церебральный паралич;

G80.8 другой вид детского церебрального паралича;

G80.9 детский церебральный паралич неуточненный.

Учитывая, что спастические формы детского церебрального паралича являются наиболее часто встречающимися (не менее 80 %) и чаще других сопровождаются ортопедическими проблемами, нами принято решение далее более подробно рассмотреть именно эти формы заболевания [44, 45, 46].

Клиника. Клинические проявления спастических форм ДЦП определяются как выраженностью основного заболевания, так и вторичными ортопедическими нарушениями.

К неврологическому проявлению детского церебрального паралича прежде всего относится спастичность. Согласно J.V. Lance [47], мышечная спастичность (греч. *spastikos* – стягивающий) – это повышение тонуса мышц, характеризующееся неравномерностью их сопротивления в различные фазы пассивного движения. Под термином спастичность принято понимать скоростьзависимое увеличение мышечного тонуса и повышение рефлексов на растяжение, являющееся одним из симптомов повреждения верхнего мотонейрона [48, 49, 50]. При этом спастичность при ДЦП имеет свои особенности [23]: наличие патологических тонических рефлексов, таких как лабиринтный тонический рефлекс, симметричный и асимметричный шейный тонический рефлекс и др.; появление патологической синкинетической активности при выполнении произвольных движений; нарушение координаторных взаимодействий мышц-синергистов и антагонистов, так называемый феномен ко-контракции; повышение общей рефлекторной возбудимости. В зависимости от формы ДЦП наблюдаются преимущественно поражения нижних конечностей (спастическая диплегия), односторонние двигательные нарушения (спастический гемипарез), а также поражение верхних и нижних конечностей (двойная гемиплегия или тетрапарез) [51].

К вторичным ортопедическим осложнениям относятся: патологические установки, контрактуры в суставах конечностей, в том числе подвывихи и вывихи; вторичные костные деформации; деформации позвоночника; нарушения роста и развития опорно-двигательного аппарата, которые традиционно связывают именно с ранним появлением и персистенцией спастичности [52, 53].

В структуре вторичных ортопедических осложнений ведущее место занимают деформации стопы и голеностопного сустава [53, 54]. При этом, по данным Horsch A. et al. [55], эвинусная деформация стопы встречается у 83 % больных с ДЦП, наблюдается её корреляция с возрастом. Визуально это состояние можно характеризовать как «ходьба на носочках», аналогичное название нередко можно встретить и в иностранной научной литературе (tip-toeing gait, in-toeing gait) [56, 57, 58]. У детей с ДЦП также часто наблюдается эквино-плановальгусная деформация стопы. Исследователи (Sees J.P., 2013; Min J.J., 2020) описывают плановальгусную деформацию как одну из наиболее частых патологий у пациентов со спастической диплегией [54, 52]. Клинически данная деформация варьирует от лёгкой, когда имеет место незначительное снижение продольного свода, вальгусная девиация заднего и эверзия среднего и переднего отделов стопы, до тяжелой, когда нагрузка в среднем отделе стопы осуществляется практически на головку таранной кости [52].

Варусная, эквино-варусная и эквино-кава-варусная деформации стопы встречаются несколько реже и характеризуются противоположно направленными девиациями. Например, кава-варусная деформация клинически проявляется повышением высоты продольных сводов, варусной девиацией заднего и инверсией среднего и переднего отделов стопы. В результате этого перекат осуществляется через латеральный край стопы, что приводит к перегрузке последнего [59, 60].

Следует отметить, что в клинической практике крайне редко патология стопы представлена лишь одним компонентом деформации и носит, как правило, комбинированный характер.

Подвывихи и вывихи головок бедренных костей (ГБК) занимают второе место по частоте встречающихся деформаций у пациентов с церебральным

параличом [61, 62]. У тяжелых больных с уровнем GMFCS 5 эти деформации встречаются более чем в 90 % случаев [61, 62]. Чаще всего для подтверждения указанных нарушений в тазобедренном суставе используют рентгенографический метод. В мировой литературе для описания смещения головки бедренной кости в основном используют индекс миграции Реймерса (Reimers), предложенный в 1980 г. Reimers J. предлагал считать смещение («недопокрытие») ГБК от 33 % до 99 % подвывихом, смещение более 100 % – вывихом [63]. Позже Садофьева В.И. (1986) предложила другой вариант оценки нарушения анатомических соотношений в тазобедренном суставе во фронтальной плоскости, при котором признаками подвывиха считают пересечение осью шейки бедра латеральной половины крыши вертлужной впадины, тогда как пересечение осью шейки бедренной кости надацетабулярной части является признаком вывиха головки бедра [64].

Патология коленных суставов является одним из основных атрибутов клинических проявлений ДЦП [65], встречаются сгибательные установки или контрактуры, рекурвация, вальгусная или варусная деформация, высокое стояние надколенника и др. [66, 67].

Характерным ортопедическим нарушением является внутриротационная дисфункция нижних конечностей, известная в англоязычной литературе как the foot progression angle (FPA) либо rotational gait deviations (RGD) [57, 58, 68]. Ряд исследователей указывают на «статические» причины данного симптома – антеверзию головки бедренной кости и/или торсию костей голени [58, 68]. Другие авторы акцентируют внимание на основной роли «динамических» факторов – нарушении тонуса мышц (спастичность, дистония, слабость), патологии селективного моторного контроля и связанных с ним нарушений координированной работы мышц (паракинезия, дискоординированность мышц агонистов и антагонистов) [68, 69, 70, 71].

С учетом того, что опорно-двигательный аппарат человека является сложной замкнутой биокинематической цепью, патологические изменения нижних конечностей и вышележащих структур, в том числе позвоночника, взаимосвязаны. Патология позвоночника у детей со спастическими формами ДЦП достаточно распространена и представлена в первую очередь такими многоплоскостными деформациями, как паралитический сколиоз и кифосколиоз. Частота и выраженность паралитической деформации позвоночника коррелирует с уровнем нарушения глобальных моторных функций [72]. По данным Mineiro J. et al., частота сколиоза у пациентов с уровнем глобальных моторных нарушений GMFCS 4–5 составляет около 50 % [73], при этом, как отмечают Lee et al. [74], у пациентов указанных групп ежегодно наблюдается нарастание угла деформации на 3,4° и 2,2°, соответственно.

Среди широкого круга клинических проявлений, встречающихся у пациентов со спастическими формами ДЦП, значимое место занимают поражения верхних конечностей, наблюдающиеся у 30–40 % детей [23]. Патологические установки и деформации верхних конечностей включают внутреннюю ротацию плеча, пронацию предплечья, сгибательную деформацию в локтевом, лучезапястном, пястно-фаланговых и межфаланговых суставах, приведения первого пальца [23, 75, 76]. Кроме вышеописанных деформаций, имеются единичные работы, в которых указывается на наличие у 2–3 % больных с ДЦП вывиха головки лучевой кости [77]. Выраженность отмеченных деформаций со временем может усилиться на фоне сохраняющегося дисбаланса между мышцами агонистами и антагонистами.

Болевой синдром как клиническое проявление, на наш взгляд, является интегральным показателем тяжести как основного заболевания, так и вторичных патологичных нарушений. По данным литературы, болевой синдром (БС) наблюдается у каждого третьего из четырёх пациентов, что неблагоприятно сказывается на их качестве жизни [78]. Большинство авторов сообщают о положительной корреляционной связи между уровнем GMFCS и частотой развития болевого синдрома [78, 79]. Согласно исследованию, включавшему 2777 детей с ДЦП, имеются различия в локализации боли у детей с разными уровнями мобильных функций. Так, дети с уровнем GMFCS 1 чаще жаловались на боль в области стопы. У детей в группе GMFCS 3 частота БС преобладала в области коленного сустава, тогда как у детей с тяжелыми двигательными нарушениями GMGCS 5 боли в основном были в животе и тазобедренных суставах [79]. По данным некоторых исследователей, наблюдается корреляция болевого синдрома с полом и возрастом [80, 81, 82]. Согласно этим работам, частота формирования боли у девочек выше, чем у мальчиков, при этом частота жалоб на боль растет с увеличением возраста [83]. Другими факторами, определяющими развитие болевого синдрома, являются выраженность спастичности и ограничения объема движений в суставах [79].

Выводы / Summary

1. Анализ литературных источников, посвященных изучению разных аспектов детского церебрального паралича, продемонстрировал экспоненциальный рост числа публикаций за последние 20 лет.

2. В области исследования этиологических и патогенетических факторов, кроме изучения общеизвестных причин формирования ДЦП, имеется обширный пласт работ, посвященных поиску иммунологических и генетических составляющих данного заболевания. Современное более широкое представление о возможных причинах и путях развития детского церебрального паралича объясняет множество форм заболевания и значительную вариативность клинических проявлений каждой конкретной формы.

3. Наибольший интерес с ортопедической точки зрения представляют спастические формы ДЦП, которые встречаются чаще других и характеризуются множественными патологическими установками и деформациями конечностей и туловища.

Этика публикации / Publication ethics. Исследования были одобрены этическим комитетом ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России и проводились в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Государственное бюджетное финансирование.

Литература / References

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl. 2007;109:8-14.
2. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. Cerebral palsy in children: a clinical overview. Transl Pediatr. 2020; 9 (Suppl. 1): S125-S135. DOI: 10.21037/tp.2020.01.01.
3. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. Lancet. 2014;383(9924):1240-9. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8.
4. Wimalasundera N, Stevenson VL. Cerebral palsy. Pract Neurol. 2016;16(3):184-94. DOI: 10.1136/practneurol-2015-001184.
5. Ferrari A, Cioni G. The Spastic Forms of Cerebral Palsy. A Guide to the Assessment of Adaptive Function. Springer-Verlag Italia. 2010:3-8. DOI: 10.1007/978-88-470-1478-7.
6. Бадалян Л.О., Журба Л.Т., Тимонина О.В. Детский церебральный паралич. Киев: Здоровья, 1988. 328 с.
7. Panteliadis CP, Vassilyadi P. Cerebral palsy: Historical review. Springer International Publishing AG. 2018:1-12. DOI: 10.1007/978-3-319-67858-0_1.
8. Sarah Winter. Cerebral Palsy. Springer International publishing Switzerland. 2016; p. 931. DOI: 10.1007/978-3-319-18096-0_80.
9. Pietrzak K, Grzybowski A, Kaczmarczyk J. William John Little (1810-1894). J Neuro. 2016;263:1047-49. DOI: 10.1007/s00415-015-7890-5.
10. Brand RA. Biographical sketch William John Little, FRCS (1810-1894). Clin Orthop Relat Ress. 2012;470:1249-51. DOI: 10.1007/s11999-012-2301-z.
11. Осокин В.В., Астрахан Д.Х., Головина Ж. Н. Детский церебральный паралич: Медицинская коррекция и психолого-педагогическое сопровождение: монография. - Головина. - Иркутск, 2010. - С. 8-103.
12. Little WJ. Hospital for the cure of deformities: course of lectures on the deformities of human frame. Clin Orthop Relat Res. 2012. 470. С. 1252-1256. DOI 10.1007/s11999- 012-2302-y. (Reprint).
13. Little WJ. Hospital for the cure of deformities: course of lectures on the deformities of human frame. Lancet. 1843;41:350-4. (Original).
14. Osler W. The cerebral palsy of children. A clinical study from the infirmary for nervous diseases / W. Osler. Philadelphia: Blakiston, 1889, 212 p.
15. Елецкова Л.В., Зайцев Д.Е., Баранцевич Е.Р., Хоршев С.К. Детский церебральный паралич и эпилепсия: современный взгляд на проблему // Ученые записки СПб ГМУ им. акад. И.П. Павлова. СПб., 2009. № 4. С. 10-14.
16. Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Wren TA, Kay RM, Rethlefsen SA. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. Lancet Neurol. 2011;10(9):844-52.DOI: 10.1016/S1474-4422(11)70176-4.
17. Winter S. Cerebral Palsy. Springer International publishing Switzerland. 2016:931-8. DOI: 10.1007/978-3-319-18096-0_80.
18. Mutch L, Alberman E, Hagberg B, Kodama K, Perat MV. Cerebral palsy epidemiology: where are we now and where are we going? Dev Med Child Neurol. 1992;34(6):547-51.
19. Zouvelou V, Yubero D, Apostolakopoulou L, Kokkinou E, Bilanakis M, Dalivigka Z, et al. The genetic etiology in cerebral palsy mimics: The results from a Greek tertiary care center. Eur J Paediatr Neurol. 2019;23(3):427-37. DOI: 10.1016/j.ejpn.2019.02.001.
20. Reid SM, Meehan EM, Reddihough DS, Harvey AR. Dyskinetic vs Spastic Cerebral Palsy: A Cross-sectional Study Comparing Functional Profiles, Comorbidities, and Brain Imaging Patterns. J Child Neurol. 2018 Aug;33(9):593-0. DOI: 10.1177/0883073818776175.
21. Иваницкая И. Н. Детский церебральный паралич (Обзор литературы) / И. Н. Иваницкая // Исцеление: альманах. 1993. С. 41-65.
22. Shepherd E1, Salam RA, Middleton P, Makrides M, McIntyre S, Badawi N, Crowther CA. Antenatal and intrapartum interventions for preventing cerebral palsy: an overview of Cochrane systematic reviews. Cochrane Database Syst Rev. 2017;8:CD012077. DOI: 10.1002/14651858.CD012077.pub2.
23. Умнов В.В. Детский церебральный паралич. Эффективные способы борьбы с двигательными нарушениями / В.В. Умнов. Санкт-Петербург: Издательство «Десятка», 2013. - 236 с.
24. Hallma-Cooper JL, Gossman W. Cerebral palsy. StatPearls Publishing. 2020.
25. Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. Adv Pediatr. 2019;66:189-208. DOI: 10.1016/j.yapd.2019.04.002.
26. Himmelmann K, Horber V, De La Cruz J, Horridge K, Mejaski-Bosnjak V, Hollody K, et al. MRI classification system (MRICS) for children with cerebral palsy: development, reliability, and recommendations. Dev Med Child Neurol. 2017;59(1):57-64. DOI: 10.1111/dmcn.13166.
27. Emrick LT, DiCarlo SM. The Expanding Role of Genetics in Cerebral Palsy. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2020 Feb;31(1):15-24. DOI: 10.1016/j.pmr.2019.09.006.

28. Turano A, Lawrence JH, Schwarz JM. Activation of neonatal microglia can be influenced by other neural cells. Neurosci Lett. 2017;657:32-7. DOI: 10.1016/j. neulet.2017.07.052.
29. Crowgey EL, Marsh AG, Robinson KG, Yeager SK, Akins RE. Epigenetic machine learning: utilizing DNA methylation patterns to predict spastic cerebral palsy. BMC Bioinformatics. 2018;19(1):225-35. DOI: 10.1186/s12859-018-2224-0.
30. Park ES, Park CI, Baek SY, Kim SW, Baek SK, Kim HO. Serum immunoreactivity to S-100 in children with cerebral palsy and delayed development and in their healthy parents. Yonsei Med J. 2000;41(3):328-32. DOI: 10.3349/ymj.2000.41.3.328.
31. Morgan C, Fahey M, Roy B, Novak I. Diagnosing cerebral palsy in full-term infants. J Paediatr Child Health. 2018; 54(10):1159-64. DOI: 10.1111/jpc.14177.
32. Lee RW, Poretti A, Cohen JS, Levey E, Gwynn H, Johnston MV, Hoon AH, Fatemi A. A diagnostic approach for cerebral palsy in the genomic era. Neuromolecular Med. 2014;16(4):821-44. DOI: 10.1007/s12017-014-8331-9.
33. Fahey MC, Maclennan AH, Kretzschmar D, Gecz J, Kruer MC. The genetic basis of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2017;59(5):462-9.
34. Morgan C, Fahey M, Roy B, Novak I. Diagnosing cerebral palsy in full-term infants. J Paediatr Child Health. 2018 Oct;54(10):1159-64. DOI: 10.1111/jpc.14177.
35. Emrick LT, DiCarlo SM. The Expanding Role of Genetics in Cerebral Palsy. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2020 Feb;31(1):15-24. DOI: 10.1016/j.pmr.2019.09.006.
36. Appleton RE, Gupta R. Cerebral palsy: not always what it seems. Arch Dis Child. 2019;104(8):809-14. DOI: 10.1136/archdischild-2018-315633.
37. Pearson TS, Pons R, Ghaoui R, Sue CM. Genetic mimics of cerebral palsy. Mov Disord. 2019 May;34(5):625-36. DOI: 10.1002/mds.27655.
38. Horber V, Sellier E, Horridge K, Rackauskaite G, Andersen GL, Virella D, et al. The Origin of the Cerebral Palsies: Contribution of Population-Based Neuroimaging Data. Neuropediatrics. 2020;51(2):113-9. DOI: 10.1055/s-0039-3402007.
39. Gururaj A, Sztriha L, Dawodu A, Nath KR, Varady E, Nork M, et al. CT and MR patterns of hypoxic ischemic brain damage following perinatal asphyxia. J Trop Pediatr. 2002 Feb;48(1):5-9. DOI: 10.1093/tropej/48.1.5.
40. Franki I, Mailleux L, Emsell L, Peedima ML, Fehrenbach A, Feys H, Ortibus E. The relationship between neuroimaging and motor outcome in children with cerebral palsy: A systematic review - Part A. Structural imaging. Res Dev Disabil. 2020;100(103606). DOI: 10.1016/j.ridd.2020.103606.
41. Gotardo JW, Volkmer NFV, Stangler GP, Dornelles AD, Bohrer BBA, Carvalho CG. Impact ofperi-intraventricular haemorrhage and periventricular leukomalacia in the neurodevelopment of preterms: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2019 Oct 10;14(10):e0223427. DOI: 10.1371/journal.pone.0223427.
42. Hadzagic-Catibusic F, Avdagic E, Zubcevic S, Uzicanin S. Brain Lesions in Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. Med Arch. 2017 Feb;71(1):7-11. DOI: 10.5455/medarh.2017.71.7-11.
43. Accardo PJ. Freud on Diplegia. Commentary and Translation. Am J Dis Child. 1982;136(5):452-6. DOI:10.1001/archpedi.1982.03970410070017.
44. Munger ME, Chen BPJ, MacWilliams BA, McMulkin ML, Schwartz MH. Comparing the effects of two spasticity management strategies on the long-term outcomes of individuals with bilateral spastic cerebral palsy: A multicentre cohort study protocol. BMJ. Open. 2019;9:e027486. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-027486.
45. Falisse A, Bar-On L, Desloovere K, Jonkers I, De Groote F. A spasticity model based on feedback from muscle force explains muscle activity during passive stretches and gait in children with cerebral palsy. PLoS. 2018;13(12):e0208811. DOI: 10.1371/journal.pone.0208811.
46. Zhou J, Butler EE, Rose J. Neurologic correlates of gait abnormalities in cerebral palsy: Implications for treatment. Front. Hum. Neurosci. 2017;11(103):1-20. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00103.
47. Lance JV. Spasticity: disordered motor control. Florida: Year Book Medical Publishers.1980:485-94.
48. Клочкова О.А., Куренков А.Л., Намазова-Баранова Л.С., Мамедьяров А.М., Каримова Х.М., Кузнецова М.А. Концепция «ключевых мышц» и ранее начало ботулинотерапии при спастических формах детского церебрального паралича. Вопросы современной педиатрии. 2017. 16(1). С. 39-48. DOI: 10.15690/vsp.v16i1.1693.
49. Xu D, Wu YN, Gaebler-Spira D, Gao F, Clegg NJ, Delgado MR, et al. Neural and non-neural contributions to ankle spasticity in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2020. DOI: 10.1111/dmcn.14506.
50. Bar-On L, Desloovere K, Molenaers G, Harlaar J, Kindt T, Aertbeliën E. Identification of the neural component of torque during manually-applied spasticity assessments in children with cerebral palsy. Gait Posture. 2014;40(3):346-51. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.04.207.
51. Семенова К.А. Клиника и реабилитационная терапия детских церебральных параличей. М., 1972. 328 с.
52. Min JJ, Kwon SS, Sung KH, Lee KM, Chung CY, Park MS. Progression of planovalgus deformity in patients with cerebral palsy. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Mar 3;21(1):141. DOI: 10.1186/s12891-020-3149-0.
53. Кенис В.М. Лечение динамических эквино-планово-вальгусных деформаций стоп у детей с ДЦП. Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. 2012. 4(1). С. 35-40.
54. Sees JP, Miller F. Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy. J Child Orthop. 2013;7:373-7. DOI: 10.1007/s11832-013-0509-4.
55. Horsch A, Gotze M, Geisbusch A, Beckmann N, Tsitlakidis S, Berrsche G, Klotz M. Prevalence and classification of equinus foot in bilateral spastic cerebral palsy. World J Pediatr. 2019 Jun;15(3):276-280. DOI: 10.1007/s12519-019-00238-2.
56. Park BS, Chung CY, Park MS, Lee KM, Cho SH, Sung KH. Effects of soft tissue surgery on transverse kinematics in patients with cerebral palsy. BMC Musculoskeletal Disorders. 2019;20(566). DOI:10.1186/s12891-019-2955-8.
57. Kim HY, Cha YH, Byun JY, Chun YS, Choy WS. Changes in gait parameters after femoral derotational osteotomy in cerebral palsy patients with medial femoral torsion. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2018;27:194-9. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000467.
58. Saglam Y, Akalan NE, Temelii Y, Kuchimov S. Femoral derotation osteotomy with multi-level soft tissue procedures in children with cerebral palsy: does it improve gait quality. J Child Orthop. 2016;10(1):41-48. DOI: 10.1007/s11832-015-0706-4.
59. Chen ZY, Wu ZY, An YH, Dong LF, He J, Chen R. Soft tissue release combined with joint-sparing osteotomy for treatment of cavovarus foot deformity in older children: Analysis of 21 cases. World J Clin Cases. 2019 Oct 26;7(20):3208-16. DOI: 10.12998/wjcc.v7.i20.3208.

60. Son SM, Park IS, Yoo JS. Short-term effect of botulinum toxin a injection on spastic equinovarus foot in cerebral palsy patients: a study using the foot pressure measurement system. Ann Rehabil Med. 2015;39(1):1-9. DOI: 10.5535/arm.2015.39.1.1.).
61. Agarwal KN, Chen C, Scher DM, Dodwell ER. Migration percentage and odds of recurrence/subsequent surgery after treatment for hip subluxation in pediatric cerebral palsy: a meta-analysis and systematic review. J Child Orthop. 2019;13(6):582-92. DOI: 10.1302/1863-2548.13.190064.
62. Cobanoglu M, Cullu E, Omurlu I. The effect of hip reconstruction on gross motor function levels in children with cerebral palsy. Acta Orthop Traumatol Turc. 2018;52(1):44-8. DOI: 10.1016/j.aott.2017.11.001.
63. Reimers J. The stability of hip in children / J. Reimers. Acta Orthop Scand. 1980;184:1-104. DOI: 10.3109/ort.1980.51.suppl-184.01.
64. Садофьева В.И. Рентгено-функциональная диагностика заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей / В.И. Садофьева. М.: Медицина, 1986. 240 с.
65. Ganjwala D, Shah H. Management of the Knee Problems in Spastic Cerebral Palsy. Indian J Orthop. 2019;53(1):53-62. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_339_17.
66. Aiona M, Do KP, Feng J, Jabur M. Comparison of Rectus Femoris Transfer Surgery Done Concomitant With Hamstring Lengthening or Delayed in Patients With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop. 2017;37(2):107-110. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000596.
67. Pelrine E, Novacheck T, Boyer E. Association of Knee Pain and Crouch Gait in Individuals With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop. 2019 Dec 9. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001487.
68. Lee KM, Chung CY, Sung KH, Kim TW, Lee SY, Park MS. Femoral anterversion and torsion only explain 25% of variance in regression analysis of foot progression angle in children with diplegic cerebral palsy. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2013;10(56). http://www.jneuroengrehab.com/content/10/1/56
69. Shuman BR, Goudriaan M, Desloovere K, Schwartz MH, Steele KM. Muscle synergies demonstrate only minimal changes after treatment in cerebral palsy. J Neuroeng Rehabil. 2019;16(46):2-7. DOI: 10.1186/s12984-019-0502-3.
70. Barret RS, Lichtwark GA. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: systematic review. Development medicine and child neurology. 2010;52(9):794-804. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03686.x.
71. Choe YR, Kim JS, Kim KH, Yi TI. Relationship between functional level and muscle thickness in young children with cerebral palsy. Ann Rehabil Med. 2018;42(2):286-95. DOI: 10.5535/arm.2018.42.2.286.
72. Helenius IJ, Viehweger E, Castelein RM. Cerebral palsy with dislocation hip and scoliosis: what to deal with first? J Child Orthop. 2020;14:24-29. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190099.
73. Mineiro J, Yazici M. Technical aspects of surgical correction of spinal deformities in cerebral palsy. J Child Orthop. 2020;14(1):30-40. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190167.
74. Lee SY, Chung CY, Lee KM, Kwon S, Cho K, Park MS. Erratum to: Annual changes in radiographic indices of spine in cerebral palsy patients. Eur Spine J. 2016;25(1641). DOI: 10.1007/s00586-016-4519-z.
75. Koman LA, Smith BP, Williams R, Richardson R, Naughton M, Griffin L, Evanc P. Upper extremity spasticity in children with cerebral palsy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study of the short-term outcomes of treatment with botulinum A toxin. J Hand Surg Am. 2013;38(3):435-46. DOI: 10.1016/j.jhas.2012.12.019.
76. Wood KS, Daluiski A. Management of joint contractures in the spastic upper extremity. Hand Clin. 2018:34;517-28. DOI:10.1016/j.hcl.2018.06.011.
77. Nishioka E, Yoshida K, Yamanaka K, Inoue A. Radiographic studies of the wrist and elbow in cerebral palsy. J Orthop Sci. 2000;5:268-74. DOI: 10.1007/s007760050162.
78. Eriksson E, Hagglund G, Alriksson-Schmidt AI. Pain in children and adolescents with cerebral palsy - a crosssectional register study of 3545 individuals. BMC Neurol. 2020;20(1):15. DOI: 10.1186/s12883-019-1597-7.
79. Marcstrom A, Hagglund G, Alriksson-Schmidt AI. Hip pain in children with cerebral palsy: a population-based registry study of risk factors. BMC Musculoskelet Disord. 2019;20(1):62. DOI: 10.1186/s12891-019-2449-8.
80. Parkinson KN, Dickinson HO, Arnaud C, Lyons A, Colver A. Pain in young people aged 13 to 17 years with cerebral palsy: cross-sectional, multicentre European study. Arch Dis Child. 2013;98(6):434-40.
81. Alriksson-Schmidt A, Hagglund G. Pain in children and adolescents with cerebral palsy: a population-based registry study. Acta Paediatr. 2016;105(6):665-70.
82. Brun Sundblad GM, Saartok T, Engstrom LM. Prevalence and co-occurrence of self-rated pain and perceived i health in school-children: age and gender differences. Eur J Pain. 2007;11(2):171-80.
83. Van der Solt WMA, Benner JL, Brunton L, Engel JM, Gallien P, Hilberink SR. Pain in adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of : individual participant data. Ann Phys Rehabil Med. 2020;I. DOI: 10.1016/j.rehab.2019.12.011.

References

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol Suppl. 2007;109:8-14.
2. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. Cerebral palsy in children: a clinical overview. Transl Pediatr. 2020; 9 (Suppl. 1): S125-S135. DOI: 10.21037/tp.2020.01.01.
3. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. Lancet. 2014;383(9924):1240-9. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8.
4. Wimalasundera N, Stevenson VL. Cerebral palsy. Pract Neurol. 2016;16(3):184-94. DOI: 10.1136/practneurol-2015-001184.
5. Ferrari A, Cioni G. The Spastic Forms of Cerebral Palsy. A Guide to the Assessment of Adaptive Function. Springer-Verlag Italia. 2010:3-8. DOI: 10.1007/978-88-470-1478-7.
6. Badalyan LO, Zhurba LT, Timonina OV. Detskij cerebral'nyj paralich [Infantile cerebral palsy]. Kiev: Zdorov'ya [Kiev: Health]. 1988, 328 p. (In Russian).
7. Panteliadis CP, Vassilyadi P. Cerebral palsy: Historical review. Springer International Publishing AG. 2018:1-12. DOI: 10.1007/978-3-319-67858-0_1.
8. Sarah Winter. Cerebral Palsy. Springer International publishing Switzerland. 2016; p. 931. DOI 10.1007/978-3-319-18096-0_80.
9. Pietrzak K, Grzybowski A, Kaczmarczyk J. William John Little (1810-1894). J Neuro. 2016;263:1047-49. DOI: 10.1007/s00415-015-7890-5.
10. Brand RA. Biographical sketch William John Little, FRCS (1810-1894). Clin Orthop Relat Ress. 2012;470:1249-51. DOI 10.1007/s11999-012-2301-z.
11. Osokin VV, Astrahan DH, Golovina ZN. Detskij cerebral'nyj paralich: Medicinskaya korrekciya

i psihologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie: monografiya [Children's cerebral palsy: Medical correction and psychological and pedagogical support: monograph. Golovin]. Irkutsk, 2010:8-103 (In Russian).
12. Little WJ. Hospital for the cure of deformities: course of lectures on the deformities of human frame. Clin Orthop Relat Res. 2012;470:1252-56. DOI 10.1007/s11999- 012-2302-y. (Reprint).
13. Little WJ. Hospital for the cure of deformities: course of lectures on the deformities of human frame. Lancet. 1843;41:350-4. (Original).
14. Osler W. The cerebral palsy of children. A clinical study from the infirmary for nervous diseases / W. Osler. Philadelphia: Blakiston, 1889, 212 p.
15. Eleckova LV, Zajcev DE, Barancevich ER, Horshev SK. Detskij cerebral'nyj paralich i epilepsiya: sovremennyj vzglyad na problemu [Cerebral palsy and epilepsy: a modern view of the problem] Uchenye zapiski SPbGMU im. akad. I.P. Pavlova [Scientific notes of St. Petersburg State Medical University named after academician I.P. Pavlov]. 2009;4:10-4 (In Russian).
16. Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Wren TA, Kay RM, Rethlefsen SA. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. Lancet Neurol. 2011;10(9):844-52. DOI: 10.1016/S1474-4422(11)70176-4.
17. Winter S. Cerebral Palsy. Springer International publishing Switzerland. 2016:931-8. DOI: 10.1007/978-3-319-18096-0_80.
18. Mutch L, Alberman E, Hagberg B, Kodama K, Perat MV. Cerebral palsy epidemiology: where are we now and where are we going? Dev Med Child Neurol. 1992;34(6):547-51.
19. Zouvelou V, Yubero D, Apostolakopoulou L, Kokkinou E, Bilanakis M, Dalivigka Z, et al. The genetic etiology in cerebral palsy mimics: The results from a Greek tertiary care center. Eur J Paediatr Neurol. 2019;23(3):427-37. DOI: 10.1016/j.ejpn.2019.02.001.
20. Reid SM, Meehan EM, Reddihough DS, Harvey AR. Dyskinetic vs Spastic Cerebral Palsy: A Cross-sectional Study Comparing Functional Profiles, Comorbidities, and Brain Imaging Patterns. J Child Neurol. 2018 Aug;33(9):593-0. DOI: 10.1177/0883073818776175.
21. Ivanickaya IN. Detskij cerebral'nyj paralich (Obzor literatury) [Infantile cerebral palsy (literature review)]. Iscelenie: al'manah. [Healing: almanac]. Moscow, 1993:41-65 (In Russian).
22. Shepherd E1, Salam RA, Middleton P, Makrides M, McIntyre S, Badawi N, Crowther CA. Antenatal and intrapartum interventions for preventing cerebral palsy: an overview of Cochrane systematic reviews. Cochrane Database Syst Rev. 2017;8:CD012077. DOI: 10.1002/14651858.CD012077.pub2.
23. Detskij cerebral'nyj paralich. Effektivnye sposoby bor'by s dvigatel'nymi narusheniyami [Infantile cerebral palsy. Effective ways to combat motor disorders] Saint-Petersburg: Publishing House "Ten". 2013:236 p. (In Russian).
24. Hallma-Cooper JL, Gossman W. Cerebral palsy. StatPearls Publishing. 2020.
25. Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, Lelea LL, Kirby RS. Cerebral Palsy: Diagnosis, Epidemiology, Genetics, and Clinical Update. Adv Pediatr. 2019;66:189-208. DOI: 10.1016/j.yapd.2019.04.002.
26. Himmelmann K, Horber V, De La Cruz J, Horridge K, Mejaski-Bosnjak V, Hollody K, et al. MRI classification system (MRICS) for children with cerebral palsy: development, reliability, and recommendations. Dev Med Child Neurol. 2017;59(1):57-64. DOI: 10.1111/dmcn.13166.
27. Emrick LT, DiCarlo SM. The Expanding Role of Genetics in Cerebral Palsy. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2020 Feb;31(1):15-24. DOI: 10.1016/j.pmr.2019.09.006.
28. Turano A, Lawrence JH, Schwarz JM. Activation of neonatal microglia can be influenced by other neural cells. Neurosci Lett. 2017;657:32-7. DOI: 10.1016/j. neulet.2017.07.052.
29. Crowgey EL, Marsh AG, Robinson KG, Yeager SK, Akins RE. Epigenetic machine learning: utilizing DNA methylation patterns to predict spastic cerebral palsy. BMC Bioinformatics. 2018;19(1):225-35. DOI: 10.1186/s12859-018-2224-0.
30. Park ES, Park CI, Baek SY, Kim SW, Baek SK, Kim HO. Serum immunoreactivity to S-100 in children with cerebral palsy and delayed development and in their healthy parents. Yonsei Med J. 2000;41(3):328-32. DOI: 10.3349/ymj.2000.41.3.328.
31. Morgan C, Fahey M, Roy B, Novak I. Diagnosing cerebral palsy in full-term infants. J Paediatr Child Health. 2018; 54(10):1159-64. DOI: 10.1111/jpc.14177.
32. Lee RW, Poretti A, Cohen JS, Levey E, Gwynn H, Johnston MV, Hoon AH, Fatemi A. A diagnostic approach for cerebral palsy in the genomic era. Neuromolecular Med. 2014;16(4):821-44. DOI: 10.1007/s12017-014-8331-9.
33. Fahey MC, Maclennan AH, Kretzschmar D, Gecz J, Kruer MC. The genetic basis of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2017;59(5):462-9.
34. Morgan C, Fahey M, Roy B, Novak I. Diagnosing cerebral palsy in full-term infants. J Paediatr Child Health. 2018 Oct;54(10):1159-64. DOI: 10.1111/jpc.14177.
35. Emrick LT, DiCarlo SM. The Expanding Role of Genetics in Cerebral Palsy. Phys Med Rehabil Clin N Am. 2020 Feb;31(1):15-24. DOI: 10.1016/j.pmr.2019.09.006.
36. Appleton RE, Gupta R. Cerebral palsy: not always what it seems. Arch Dis Child. 2019;104(8):809-14. DOI: 10.1136/archdischild-2018-315633.
37. Pearson TS, Pons R, Ghaoui R, Sue CM. Genetic mimics of cerebral palsy. Mov Disord. 2019 May;34(5):625-36. DOI: 10.1002/mds.27655.
38 Horber V, Sellier E, Horridge K, Rackauskaite G, Andersen GL, Virella D, et al. The Origin of the Cerebral Palsies: Contribution of Population-Based Neuroimaging Data. Neuropediatrics. 2020;51(2):113-9. DOI: 10.1055/s-0039-3402007.
39. Gururaj A, Sztriha L, Dawodu A, Nath KR, Varady E, Nork M, et al. CT and MR patterns of hypoxic ischemic brain damage following perinatal asphyxia. J Trop Pediatr. 2002 Feb;48(1):5-9. DOI: 10.1093/tropej/48.1.5.
40. Franki I, Mailleux L, Emsell L, Peedima ML, Fehrenbach A, Feys H, Ortibus E. The relationship between neuroimaging and motor outcome in children with cerebral palsy: A systematic review - Part A. Structural imaging. Res Dev Disabil. 2020;100(103606). DOI: 10.1016/j.ridd.2020.103606.
41. Gotardo JW, Volkmer NFV, Stangler GP, Dornelles AD, Bohrer BBA, Carvalho CG. Impact ofperi-intraventricular haemorrhage and periventricular leukomalacia in the neurodevelopment of preterms: A systematic review and meta-analysis. PLoS One. 2019 Oct 10;14(10):e0223427. DOI: 10.1371/journal.pone.0223427.
42. Hadzagic-Catibusic F, Avdagic E, Zubcevic S, Uzicanin S. Brain Lesions in Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy. Med Arch. 2017 Feb;71(1):7-11. DOI: 10.5455/medarh.2017.71.7-11.
43. Accardo PJ. Freud on Diplegia. Commentary and Translation. Am J Dis Child. 1982;136(5):452-6. DOI:10.1001/archpedi.1982.03970410070017.

44. Munger ME, Chen BPJ, MacWilliams BA, McMulkin ML, Schwartz MH. Comparing the effects of two spasticity management strategies on the long-term outcomes of individuals with bilateral spastic cerebral palsy: A multicentre cohort study protocol. BMJ. Open. 2019;9:e027486. DOI: 10.1136/bmjopen-2018-027486.
45. Falisse A, Bar-On L, Desloovere K, Jonkers I, De Groote F. A spasticity model based on feedback from muscle force explains muscle activity during passive stretches and gait in children with cerebral palsy. PLoS. 2018;13(12):e0208811. DOI: 10.1371/journal.pone.0208811.
46. Zhou J, Butler EE, Rose J. Neurologic correlates of gait abnormalities in cerebral palsy: Implications for treatment. Front. Hum. Neurosci. 2017;11(103):1-20. DOI: 10.3389/fnhum.2017.00103.
47. Lance JV. Spasticity: disordered motor control. Florida: Year Book Medical Publishers.1980:485-94.
48. Klochkova OA, Kurenkov AL, Namazova-Baranova LS, Mamed'yarov AM, Karimova HM, Kuznecova MA. Koncepciya «klyuchevyh myshc» i ranee nachalo botulinoterapii pri spasticheskih formah detskogo cerebral'nogo paralicha. [The concept of «key muscles» and earlier the beginning of botulinum therapy for spastic forms of cerebral palsy]. Voprosy sovremennoj pediatrii [Questions of modern Pediatrics]. 2017;16(1):39-48. DOI: 10.15690/vsp.v16i1.1693 (In Russian).
49. Xu D, Wu YN, Gaebler-Spira D, Gao F, Clegg NJ, Delgado MR, et al. Neural and non-neural contributions to ankle spasticity in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2020. DOI: 10.1111/dmcn.14506.
50. Bar-On L, Desloovere K, Molenaers G, Harlaar J, Kindt T, Aertbeliën E. Identification of the neural component of torque during manually-applied spasticity assessments in children with cerebral palsy. Gait Posture. 2014;40(3):346-51. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2014.04.207.
51. Semenova KA. Klinika i reabilitacionnaya terapiya detskih cerebral'nyh paralichej. [Clinic and rehabilitation therapy of children's cerebral palsy]. Moscow. 1972, 328 p. (In Russian).
52. Min JJ, Kwon SS, Sung KH, Lee KM, Chung CY, Park MS. Progression of planovalgus deformity in patients with cerebral palsy. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Mar 3;21(1):141. DOI: 10.1186/s12891-020-3149-0.
53. Kenis VM. Lechenie dinamicheskih ekvino-plano-val'gusnyh deformacij stop u detej s DCP. [Management of dynamic equinoplanovalgus feet deformities in children with cerebral palsy]. Vestnik Severo-Zapadnogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta im. I.I. Mechnikova. [Herald of North-Western State named after I.I. Mechnikov]. 2012;4(1):35-40. elibrary_17895721_78281075. (In Russian).
54. Sees JP, Miller F. Overview of foot deformity management in children with cerebral palsy. J Child Orthop. 2013;7:373-7. DOI: 10.1007/s11832-013-0509-4.
55. Horsch A, Gotze M, Geisbusch A, Beckmann N, Tsitlakidis S, Berrsche G, Klotz M. Prevalence and classification of equinus foot in bilateral spastic cerebral palsy. World J Pediatr. 2019 Jun;15(3):276-280. DOI: 10.1007/s12519-019-00238-2.
56. Park BS, Chung CY, Park MS, Lee KM, Cho SH, Sung KH. Effects of soft tissue surgery on transverse kinematics in patients with cerebral palsy. BMC Musculoskeletal Disorders. 2019;20(566). DOI:10.1186/s12891-019-2955-8.
57. Kim HY, Cha YH, Byun JY, Chun YS, Choy WS. Changes in gait parameters after femoral derotational osteotomy in cerebral palsy patients with medial femoral torsion. Journal of Pediatric Orthopaedics B. 2018;27:194-9. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000467.
58. Saglam Y, Akalan NE, Temelii Y, Kuchimov S. Femoral derotation osteotomy with multi-level soft tissue procedures in children with cerebral palsy: does it improve gait quality. J Child Orthop. 2016;10(1):41-48. DOI: 10.1007/s11832-015-0706-4.
59. Chen ZY, Wu ZY, An YH, Dong LF, He J, Chen R. Soft tissue release combined with joint-sparing osteotomy for treatment of cavovarus foot deformity in older children: Analysis of 21 cases. World J Clin Cases. 2019 Oct 26;7(20):3208-16. DOI: 10.12998/wjcc.v7.i20.3208.
60. Son SM, Park IS, Yoo JS. Short-term effect of botulinum toxin a injection on spastic equinovarus foot in cerebral palsy patients: a study using the foot pressure measurement system. Ann Rehabil Med. 2015;39(1):1-9. DOI: 10.5535/arm.2015.39.1.1.).
61. Agarwal KN, Chen C, Scher DM, Dodwell ER. Migration percentage and odds of recurrence/subsequent surgery after treatment for hip subluxation in pediatric cerebral palsy: a meta-analysis and systematic review. J Child Orthop. 2019;13(6):582-92. DOI: 10.1302/1863-2548.13.190064.
62. Cobanoglu M, Cullu E, Omurlu I. The effect of hip reconstruction on gross motor function levels in children with cerebral palsy. Acta Orthop Traumatol Turc. 2018;52(1):44-8. DOI: 10.1016/j.aott.2017.11.001.
63. Reimers J. The stability of hip in children / J. Reimers. Acta Orthop Scand. 1980;184:1-104. DOI: 10.3109/ort.1980.51.suppl-184.01.
64. Sadof'eva VI. Rentgeno-funkcional'naya diagnostika zabolevanij oporno-dvigatel'nogo apparata u detej [X-ray functional diagnostics of diseases of the musculoskeletal system in children]. Moscow: Medicine, 1986, 240 p. (in Russian).
65. Ganjwala D, Shah H. Management of the Knee Problems in Spastic Cerebral Palsy. Indian J Orthop. 2019;53(1):53-62. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_339_17.
66. Aiona M, Do KP, Feng J, Jabur M. Comparison of Rectus Femoris Transfer Surgery Done Concomitant With Hamstring Lengthening or Delayed in Patients With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop. 2017;37(2):107-110. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000596.
67. Pelrine E, Novacheck T, Boyer E. Association of Knee Pain and Crouch Gait in Individuals With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop. 2019 Dec 9. DOI: 10.1097/BPO.0000000000001487.
68. Lee KM, Chung CY, Sung KH, Kim TW, Lee SY, Park MS. Femoral anterversion and torsion only explain 25% of variance in regression analysis of foot progression angle in children with diplegic cerebral palsy. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2013;10(56). http://www.jneuroengrehab.com/content/10/1/56
69. Shuman BR, Goudriaan M, Desloovere K, Schwartz MH, Steele KM. Muscle synergies demonstrate only minimal changes after treatment in cerebral palsy. J Neuroeng Rehabil. 2019;16(46):2-7. DOI: 10.1186/s12984-019-0502-3.
70. Barret RS, Lichtwark GA. Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: systematic review. Development medicine and child neurology. 2010;52(9):794-804. DOI: 10.1111/j.1469-8749.2010.03686.x.
71. Choe YR, Kim JS, Kim KH, Yi TI. Relationship between functional level and muscle thickness in young children with cerebral palsy. Ann Rehabil Med. 2018;42(2): 286-95. DOI: 10.5535/arm.2018.42.2.286.

72. Helenius IJ, Viehweger E, Castelein RM. Cerebral palsy with dislocation hip and scoliosis: what to deal with first? J Child Orthop. 2020;14:24-29. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190099.
73. Mineiro J, Yazici M. Technical aspects of surgical correction of spinal deformities in cerebral palsy. J Child Orthop. 2020;14(1):30-40. DOI: 10.1302/1863-2548.14.190167.
74. Lee SY, Chung CY, Lee KM, Kwon S, Cho K, Park MS. Erratum to: Annual changes in radiographic indices of spine in cerebral palsy patients. Eur Spine J. 2016;25(1641). DOI: 10.1007/s00586-016-4519-z.
75. Koman LA, Smith BP, Williams R, Richardson R, Naughton M, Griffin L, Evanc P. Upper extremity spasticity in children with cerebral palsy: a randomized, double-blind, placebo-controlled study of the short-term outcomes of treatment with botulinum A toxin. J Hand Surg Am. 2013;38(3):435-46. DOI: 10.1016/j.jhas.2012.12.019.
76. Wood KS, Daluiski A. Management of joint contractures in the spastic upper extremity. Hand Clin. 2018:34;517-28. DOI:10.1016/j.hcl.2018.06.011.
77. Nishioka E, Yoshida K, Yamanaka K, Inoue A. Radiographic studies of the wrist and elbow in cerebral palsy. J Orthop Sci. 2000;5:268-74. DOI: 10.1007/s007760050162.
78. Eriksson E, Hagglund G, Alriksson-Schmidt AI. Pain in children and adolescents with cerebral palsy - a crosssectional register study of 3545 individuals. BMC Neurol. 2020;20(1):15. DOI: 10.1186/s12883-019-1597-7.
79. Marcstrom A, Hagglund G, Alriksson-Schmidt AI. Hip pain in children with cerebral palsy: a population-based registry study of risk factors. BMC Musculoskelet Disord. 2019;20(1):62. DOI: 10.1186/s12891-019-2449-8.
80. Parkinson KN, Dickinson HO, Arnaud C, Lyons A, Colver A. Pain in young people aged 13 to 17 years with cerebral palsy: cross-sectional, multicentre European study. Arch Dis Child. 2013;98(6):434-40.
81. Alriksson-Schmidt A, Hagglund G. Pain in children and adolescents with cerebral palsy: a population-based registry study. Acta Paediatr. 2016;105(6):665-70.
82. Brun Sundblad GM, Saartok T, Engstrom LM. Prevalence and co-occurrence of self-rated pain and perceived i health in school-children: age and gender differences. Eur J Pain. 2007;11(2):171-80.
83. Van der Solt WMA, Benner JL, Brunton L, Engel JM, Gallien P, Hilberink SR. Pain in adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of : individual participant data. Ann Phys Rehabil Med. 2020;I. DOI: 10.1016/j.rehab.2019.12.011.

Рукопись поступила / Received: 12.06.2020
Принята в печать / Accepted for publication: 05.03.2021

Авторы

Кольцов Андрей Анатольевич – врач травматолог-ортопед, кандидат медицинских наук, заведующий 1-м детским травматолого-ортопедическим отделением клиники ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация. E-mail: katandr2007@yandex.ru

Джомардлы Эльнур Исфандиярович – врач травматолог-ортопед, аспирант по специальности «Травматология и ортопедия», ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация. E-mail: mamedov.ie@yandex.ru

Authors

Koltsov Andrey Anatolyevich, orthopedic traumatologist, PhD in Medical sciences, head of the 1st children's traumatological and orthopedic department, Clinic of the Albrecht Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled. E-mail: katandr2007@yandex.ru

Dzhomardly Elnur Isfandiyarovich, orthopedic traumatologist, post-graduate student in traumatology and orthopedics, Albrecht Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled. E-mail: mamedov.ie@yandex.ru

УДК 612.81: 159.922.7 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-48-53*

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОАКУСТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Иванова В.А., Кормушкина Е.А.

Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г. А. Альбрехта, ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Резюме

Введение. В последние годы число детей с нарушениями речи, социальной коммуникации и ограниченными формами поведения, соответствующими диагностическим критериям расстройств аутистического спектра, неуклонно растёт. Для коррекции данных расстройств с успехом используются педагогические методики, основанные на прикладном анализе поведения. Однако, помимо основных симптомов, у детей с расстройствами аутистического спектра часто встречаются нарушения речи, дефицит внимания и познавательного интереса. Кроме этого, в основе клинических проявлений расстройств аутистического спектра лежит неуточненный нейробиологический дефицит, к появлению которого может приводить большое количество этиопатогенетических факторов. Этим обусловлена необходимость комплексного подхода к реабилитации детей с расстройствами аутистического спектра. В поисках немедикаментозных средств улучшения адаптивной саморегуляции у детей с расстройствами аутистического спектра перспективным направлением является изучение акустического воздействия с внешней обратной связью по параметрам биоэлектрической активности головного мозга, не требующего от пациента активного участия и не предполагающего выполнение когнитивных и волевых задач.

Цель. Изучить эффективность и безопасность использования метода биоакустической коррекции в программе реабилитации детей с расстройствами аутистического спектра. Определить целесообразность использования данного метода в комплексной программе реабилитации детей с расстройствами аутистического спектра.

Материалы и методы. Исследование проведено на базе Детского реабилитационно-восстановительного центра ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России. В исследовании участвовали 24 ребёнка (22 мальчика и 2 девочки) с нарушениями речи и коммуникации, соответствующими диагностическим критериям расстройств аутистического спектра. Средний возраст детей составлял 4,8 лет. Дети получали 15 сеансов акустической ЭЭГ-зависимой стимуляции с помощью компьютерного комплекса «Синхро-С» (производство ООО «СинКор», Санкт-Петербург, Россия). Процедура прослушивания продолжалась 20 минут. Испытуемые находились в удобном положении в затемненном звукоизолированном помещении. Перед началом курса и через 1,5 месяца после его окончания всем детям проводилось комплексное обследование, включавшее консультации специалистов, анкетирование родителей и рутинное электроэнцефалографическое исследование. Медикаментозная терапия в период курса не проводилась.

Результаты. Анкетирование родителей испытуемых до и через 1,5 месяца после проведённого курса выявило субъективное улучшение психоэмоционального состояния ребенка в 45,76 % случаев, улучшение настроения в 29,12 %, улучшение сна в 16,68 %, аппетита – в 4,17 %. Наблюдался стимулирующий и восстановительный эффект в плане повышения речевой активности, расширение активного словаря в 62,4 % случаев, улучшение слухового и зрительного восприятия в 74,88 %, познавательного интереса в 49,92 %, способности к обучению — в 37,44 %. Отсутствие эффекта от проведенного курса отмечено у 12,48 % детей. У 1 ребенка на фоне курса отмечалось появление энуреза, что составляет 4,17 %. Данное состояние было купировано без лечения в течение 1 месяца после окончания последней процедуры. Негативные эффекты в плане временного усиления нежелательного поведения отмечалось у 5 детей, что составило 20,8 %. Неустойчивость настроения на фоне проведения курса было отмечено у 9 детей, что составило 37,44 %. По итогам клинического исследования, проведённого после окончания курса неврологом и психиатром, на оценку способности ребенка ориентироваться в окружающей обстановке, пространстве и времени, умения осуществлять мысли-

Иванова В.А., Кормушкина Е.А. Применение метода биоакустической коррекции в комплексной реабилитации детей раннего возраста с расстройствами аутистического спектра // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 48-53. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-48-53.

Ivanova VA, Kormushkina EA. Primenenie metoda bioakusticheskoj korrekcii v kompleksnoj reabilitacii detej rannego vozrasta s rasstrojstvami autisticheskogo spektra [Application of the Method of Bioacoustic Correction in the Rehabilitation of Young Children with Autism Spectrum Disorders]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):48-53. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-48-53 (In Russian).

Иванова Виолетта Андреевна / Violetta A. Ivanova; e-mail: abstraktion@yandex.ru

тельные операции (анализ, синтез, установление причинно-следственных связей), общего уровня знаний и представлений о мире, степени выраженности симптомов аутизма, имеющихся сопутствующих психических и неврологических расстройств выраженного изменения состояния не отмечено. Также не отмечалось существенного влияния на выраженность стереотипного поведения. Повторное электроэнцефалографическое исследование не выявило существенных изменений показателей биоэлектрической активности головного мозга в динамике в лучшую или худшую сторону. Также ни в одном исследовании не было выявлено появления какой-либо патологической или пароксизмальной активности.

Выводы. Опыт изучения метода биоакустической коррекции показал простоту, доступность и безопасность его использования в комплексной реабилитации детей раннего возраста с нарушениями когнитивной и эмоционально-волевой сферы. По оценке большинства родителей, метод показал свою безусловную эффективность в плане улучшения речевой продукции и познавательного интереса, однако целесообразно его использование в комплексе с психолого-педагогической коррекцией. Таким образом, метод оптимально подходит для пациентов детского возраста и может использоваться в разработке оптимального комплекса восстановительной терапии и реабилитационных мероприятий у детей с расстройствами аутистического спектра.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, биоакустическая коррекция.

APPLICATION OF THE METHOD OF BIOACOUSTIC CORRECTION IN THE REHABILITATION OF YOUNG CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS

Ivanova V.A., Kormushkina E.A.

Federal Scientific Center for Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht,
50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. In recent years, the number of children with speech disorders, social communication and limited forms of behavior meeting the diagnostic criteria for autism spectrum disorders has been steadily growing. To correct these disorders, pedagogical methods based on applied behavior analysis are successfully used. However, the clinical manifestations of autism spectrum disorders are based on an unspecified neurobiological deficit, which can be caused by a large number of etiopathogenetic factors. This necessitates a comprehensive approach to the rehabilitation of children with autism spectrum disorders. In the search for non-drug means of improving adaptive self-regulation in children with autism spectrum disorders, a promising direction is the study of acoustic exposure with external feedback on the parameters of the bioelectric activity of the brain, which does not require active participation from the patient and does not imply the performance of cognitive and volitional tasks.

Aim. To study the effectiveness and safety of the complex use of the bioacoustic correction method in the rehabilitation program for children with autism spectrum disorders. To determine the feasibility of using this method in a comprehensive rehabilitation program for children with autism spectrum disorders.

Materials and methods. The study was conducted on the basis of the Children's Rehabilitation Center named after G.A. Albrecht. The study involved 24 children, 22 boys and 2 girls, with speech and communication impairments that met the diagnostic criteria for autism spectrum disorders. The average age of the children was 4.8 years. Children received 15 sessions of acoustic EEG-dependent stimulation using the Synchro-S computer complex (manufactured by SynCor LLC, St. Petersburg, Russia). The listening procedure lasted 20 minutes. The subjects were in a horizontal position in a darkened soundproof room. Before the start of the course and 1.5 months after its completion, all children underwent a routine electroencephalographic study. The sound volume during stimulation was chosen comfortable for each subject and averaged 60±10 dB. The sounds were presented binaurally. Drug therapy was not carried out during the course.

Results. A questionnaire survey of the parents of the subjects 1.5 months after the course revealed a subjective improvement in the psychoemotional state of the child in 45.76 % of cases, improved mood in 29.12 %, improved sleep in 16.68 % and appetite in 4.17 %. Stimulating and restorative effect in terms of increasing speech activity, expanding active vocabulary in 62.4 % of cases, increasing active attention in 74.88 %, cognitive interest in 49.92 % and learning ability in 37.44 %. The lack of effect from the course was noted in 12.48 % of children. On the background of the course, 1 child had the appearance of enuresis, which is 4.17 %. This condition was stopped without treatment within a month after the end of the last procedure. Negative effects in terms of a temporary increase in undesirable behavior were observed in 5 children, which amounted to 20.8 %. Mood instability against the background of the course was noted in 9 children, which amounted to 37.44 %. As a result of a clinical study conducted after the end of the course by a neurologist and psychiatrist, to assess the child›s ability to navigate in the environment, space and time, the ability to carry out mental operations (analysis, synthesis, establishment of cause-and-effect relationships), the general level of knowledge and ideas about the world, the degree of severity of symptoms of autism, existing concomitant mental and neurological disorders, a pronounced change in the state was not noted.

Also, there was no significant effect on the severity of stereotyped behavior. A repeated electroencephalographic study did not reveal significant changes in the parameters of the bioelectrical activity of the brain in dynamics for the better or for the worse. Also, none of the studies revealed the appearance of any pathological or paroxysmal activity.

Summary. The experience of studying the method of bioacoustic correction has shown the simplicity, availability and safety of its use in the complex rehabilitation of young children with impaired cognitive and emotional-volitional spheres. According to the assessment of the majority of parents, the method showed its unconditional effectiveness in terms of improving speech production and cognitive interest. Therefore, it is optimally suited for use in pediatric patients and can be used in the development of an optimal complex of rehabilitation therapy and rehabilitation measures in children with autism spectrum disorders.

Keywords: autism spectrum disorders, bioacoustic correction.

Введение / Introduction

В последние годы количество детей с качественными нарушениями реципрокного социального взаимодействия, аномалиями в коммуникации и ограниченными формами поведения во всем мире неуклонно растёт [1]. Данный симптомокомплекс по своим диагностическим критериям соответствует расстройству аутистического спектра (РАС). По статистике ВОЗ усреднённая частота распространенности РАС в настоящее время составляет 1 на 160 человек [2].

Помимо основных симптомов, у детей с РАС чаще, чем в остальной популяции, встречаются сопутствующие нарушения речи, дефицит внимания, тревожность, нарушения сна, патологические симптомы со стороны желудочно-кишечного тракта, судороги [3].

Цель / Aim

Целью настоящего исследования являлось изучение эффективности и безопасности методики биоакустической коррекции в комплексной коррекции у детей раннего возраста с РАС.

Материалы и методы / Materials and methods

В исследовании участвовали 24 ребенка в возрасте от 2 лет 7 месяцев до 6 лет 9 месяцев с социально-эмоциональными нарушениями разной степени выраженности. Степень выраженности нарушений социальной коммуникации и ограниченного поведения соответствовала диагностическим критериям аутизма согласно Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ 10), критерии которой рекомендованы ВОЗ в качестве диагностических [4], и расстройств аутистического спектра согласно Диагностическому и статистическому руководству по психическим расстройствам пятого издания (DSM-V), использующегося в США с 2013 года в качестве номенклатуры психических расстройств [5].

В первичной оценке состояния ребенка участвовала команда специалистов, состоящая из детского невролога, детского психиатра, медицинского психолога, логопеда, нейропсихолога. Всем детям проводилось первичное психологическое тестирование с помощью международного опросника CASD [6]. У всех детей, участвовавших в исследовании, оценка по опроснику CASD была не ниже 15 баллов, что соответствовало диапазону аутизма. Особое внимание при базовой психологической оценке уделялось оценке продуктивности речевого контакта, наличию указательного жеста, наличию сонаправленного внимания, реакции на имя, характеру игровой активности, наличию или отсутствию символической игры, а также наличию нарушения внимания и познавательного интереса. В качестве эксперта в диагностике РАС выступал врач-психиатр. До начала курса проводилось изучение анамнеза беременности и информации о раннем развитии с целью выявления неблагоприятных обстоятельств перинатального и постнатального периодов, наличия эпилептических приступов, инфекционных процессов, способных вызвать органические поражения головного мозга ребенка. Собирался полный анамнез предречевого и речевого развития ребенка с целью уточнения наличия речевого и социального регресса. Оценка неврологического статуса проводилась врачом-неврологом до и после курса. Клинико-неврологический осмотр невролога сочетался с углубленной оценкой двигательной, координаторной сферы для выявления нарушений координации, мелкой моторики, праксиса. Перед началом курса родители заполняли адаптивный опросник, включавший 104 вопроса относительно поведения, ключевых навыков, стереотипной активности, социально-эмоционального и психоречевого развития ребенка. Родители оценивали степень выраженности каждого показателя по десятибалльной шкале.

Всем пациентам перед включением в исследование проводилась рутинная ЭЭГ для исключения наличия пароксизмальной активности.

В структуре самого курса биоакустической коррекции биоэлектрическую активность головного мозга регистрировали в точках Fp1, Fp2, O1, O2 (по системе 10–20) относительно объединённого ушного электрода с частотой дискретизации 250 Гц с помощью компьютерного комплекса «Синхро-С» (производство ООО «СинКор», Санкт-Петербург, Россия). После регистрации произ-

водилось преобразование ЭЭГ в звуки и подача звукового сигнала через наушники бинаурально. Процедура прослушивания продолжалась 20 минут. Испытуемые находились в удобном кресле или на руках у матери в затемненном звукоизолированном помещении. Процедура проводилась три раза в неделю в течение 5 недель, всего 15 сеансов. Громкость звучания для всех каналов ЭЭГ была одинакова, выбиралась комфортной для каждого испытуемого и в среднем составила 60±10 дБ, вид звука – вокальный. На первых 2 процедурах биоакустической коррекции интенсивность воздействия устанавливалась не более 50 % от максимума. Режим активации речевых функций включался через 5 минут от начала процедуры, продолжительностью 10–15 минут. На время проведения курса процедур и последующего периода до оценки эффективности прием медикаментозных препаратов ноотропного ряда и препаратов с выраженным гемодинамическим эффектом был исключён.

Через 5–7 недель от окончания курса производилось повторное обследование каждого ребенка, включающее осмотр специалистов в динамике, повторное проведение ЭЭГ и анкетирование родителей.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анкетирование родителей испытуемых до и через 1,5 месяца после проведённого курса выявило субъективное улучшение психоэмоционального состояния ребенка в 45,76 % случаев, улучшение настроения в 29,12 %, улучшение сна в 16,68 %, аппетита – в 4,17 %. Стимулирующий и восстановительный эффект в плане повышения речевой активности, расширение активного словаря наблюдалось в 62,4 % случаев, улучшение слухового и зрительного восприятия в 74,88 %, познавательного интереса в 49,92 %, способности к обучению – в 37,44 %. Сводные результаты анкетирования представлены в таблице 1.

Таблица 1/Table 1

Динамика состояния детей, прошедших курс БАК, по результатам анкетирования, данным осмотра специалистами / The dynamics of the condition of children who have passed the course of BAC, according to the results of the survey, the data of the examination by specialists

Симптом или навык / Symptom or skill	Степень выраженности симптома или уровень владения навыком в среднем для группы в баллах по 10-балльной шкале / The severity of the symptom or the level of proficiency in the average for the group in points on a ten-point scale		Количество детей с клиническим улучшением, % / Number of children with clinical improvement, %
	До начала курса / Before the start of the course	После окончания курса /After the end of the course	
Расстройства сна / Sleep disorders	2,75	2,38	16,68
Общее психоэмоциональное состояние / General psycho-emotional state	4,17	4,96	45,76
Неустойчивость настроения / Mood instability	6,25	5,96	29,12
Аппетит / Appetite	5,83	5,92	4,17
Речевая активность / Speech activity	3,96	5,33	62,4
Познавательный интерес / Cognitive interest	3,79	4,67	49,92
Способность к обучению / Ability to learn	3,89	4,33	37,44
Нежелательное поведение / Unwanted behavior	6,08	6,17	12,48
Социальный интерес / Social interest	3,46	4,08	49,92
Слуховое и зрительное восприятие / Auditory and visual perception	3,79	4,88	74,88

Отсутствие эффекта от проведенного курса отмечено у 12,48 % детей. У 1 ребенка на фоне курса отмечалось появление энуреза, что составляет 4,17 %. Данное состояние было купировано без лечения в течение месяца после окончания последней процедуры. Негативные эффекты в плане временного усиления нежелательного поведения отмечалось у 5 детей, что составило 20,8 %. Неустойчивость настроения на фоне проведения курса отмечалась у 9 детей, что составило 37,44 %.

По итогам клинического исследования, проведённого после окончания курса неврологом и психиатром, на оценку способности ребенка ориентироваться в окружающей обстановке, пространстве и времени, умения осуществлять мыслительные операции (анализ, синтез, установление причинно-следственных связей), общего уровня знаний и представлений о мире, степени выраженности симптомов аутизма, имеющихся сопутствующих психических и неврологических расстройств выраженного изменения состояния не отмечено. Также не отмечалось существенного влияния на выраженность стереотипного поведения. Повторное электроэнцефалографическое исследование не выявило существенных изменений показателей биоэлектрической активности головного мозга в динамике в лучшую или худшую сторону. Также ни в одном исследовании не было выявлено появления какой-либо патологической или пароксизмальной активности.

Выводы / Summary

Таким образом, опыт изучения метода биоакустической коррекции показал простоту, доступность и безопасность его использования в комплексной реабилитации детей раннего возраста с расстройством аутистического спектра. По оценке большинства родителей, метод показал свою безусловную эффективность в плане улучшения речевой продукции и познавательного интереса, однако использование его было бы наиболее целесообразно вместе с комплексом психолого-педагогической коррекции. Незначительные побочные эффекты были слабо выражены, носили нестойкий обратимый характер и не требовали прерывания курса или введения дополнительной терапии. С учетом этих факторов метод оптимально подходит для использования у пациентов детского возраста и может использоваться как дополнение в разработке комплекса реабилитационных мероприятий у детей раннего возраста с РАС.

Этика публикации / Publication ethics. Передаваемая в редакцию рукопись не содержит данные о конкретных детях.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Потенциальные и явные конфликты интересов, связанные с рукописью, отсутствуют.

Источник финансирования / Source of financing. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Mayada et al. Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. Autism Res. 2012 Jun;5(3):160-179.
2. World Health Organisation. Autism spectrum disorders. 2019. URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders
3. Margaret L Bauman Medical Comorbidities in Autism: Challenges to Diagnosis and Treatment // Neurotherapeutics. 2010. Jul;7(3):320-7. DOI: 10.1016/j.nurt.2010.06.001
4. Международная классификация болезней (10-й пересмотр). Классификация психических и поведенческих расстройств : МКБ-10 / УСД-10 : Клинич. описания и указания по диагностике / ВОЗ; Пер. на рус. яз. под ред. Ю. Л. Нуллера, С. Ю. Циркина. СПб. : Оверлайд, 1994. 303 с.; 20 см.
5. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth edition. DSM-5. APA - Washington DC - London, 2013.
6. Checklist for Autism Spectrum Disorders (CASD). Источник (официальный сайт разработчиков, публикация с валидацией): http://osrussia.com/ru/products1/диагностика - аутизма/casd/.

References

1. Mayada et al. Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. Autism Res. 2012 Jun; 5(3):160-179.
2. World Health Organisation. Autism spectrum disorders. 2019. - URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders
3. Margaret L Bauman Medical Comorbidities in Autism: Challenges to Diagnosis and Treatment. Neurotherapeutics. 2010 Jul; 7(3):320-7. DOI: 10.1016/j.nurt.2010.06.001
4. Mezhdunarodnaya klassifikaciya boleznej (10-j peresmotr). Klassifikaciya psihicheskih i povedencheskih rasstrojstv : MKB-10 / USD-10 : Klinich. opisaniya i ukazaniya po diagnostike / VOZ [International Classification of Diseases (10th revision). Classification of mental and behavioral disorders: ICD-10 / USD- 10: Clinical. descriptions and guidelines for diagnosis / WHO]; Per. na rus. yaz. pod red. Yu. L. Nullera, S. Yu. Cirkina. [Translated into Russian. ed. YuL Nuller, SYu Tsirkin]. Saint-Petersburg : Overlaid. 1994; 03 p/ 20 cm. (In Russian).
5. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Fifth edition. DSM-5. APA — Washington DC - London, 2013.
6. Checklist for Autism Spectrum Disorders (CASD). Istochnik (oficial'nyj sajt razrabotchikov, publikaciya s validaciej). [Source (official website of the developers, publication with validation)]: http://osrussia. com/ru/products1/diagnosis-autism/casd/.

Рукопись поступила / Received: 17.02.2021
Принята в печать / Accepted for publication: 16.03.2021

Авторы

Иванова Виолетта Андреевна – заведующая отделением медицинской реабилитации Детского реабилитационно-восстановительного центра ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, д. 50. Тел.: 89811888202, e-mal: abstraction@yandex.ru

Кормушкина Елизавета Александровна – врач-психиатр, психотерапевт Детского реабилитационно-восстановительного центра ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, д. 50, 194044, Российская Федерация.

Authors

Ivanova Violetta Andreevna, Head of the Department of Medical Rehabilitation of the Children's Rehabilitation and Restoration Center of the Federal Scientific Center for Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation. Tel.: 89811888202, e-mail: abstraction@yandex.ru

Kormushkina Elizaveta Aleksandrovna, psychiatrist, psychotherapist of the Children's Rehabilitation and Restoration Center of the Federal Scientific Center for Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation.

УДК 617.58-77; 617.3 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-54-60*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ ПРОТЕЗНО-ОРТОПЕДИЧЕСКИМИ ИЗДЕЛИЯМИ КОМБИНИРОВАННОГО ТИПА: ПРОТЕЗ С ПРИЗНАКАМИ ОРТЕЗА ИЛИ ОРТЕЗ С ПРИЗНАКАМИ ПРОТЕЗА

Спектор В.С., Монахова М.И., Киракозов Л.Р.

Федеральное государственное унитарное предприятие «ЦИТО» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, ул. Приорова, д. 12а, стр.1, Москва, 127299, Российская Федерация

Резюме

Введение. Статья дискуссионная. Рассматриваются особенности обеспечения пациентов протезно-ортопедическими изделиями комбинированного типа: протез с признаками ортеза или ортез с признаками протеза.

Ключевые слова: протезно-ортопедические изделия, протезы нижних конечностей, ортезы нижних конечностей, ортопедические аппараты, протезирование, ортезирование, персонифицированный синтез протезов нижних конечностей.

PROVIDING PATIENTS WITH PROSTHETIC AND ORTHOPEDIC PRODUCTS OF A COMBINED TYPE: A PROSTHESIS WITH SIGNS OF AN ORTHOSIS OR AN ORTHOSIS WITH SIGNS OF A PROSTHESIS

Spektor V.S., Monakhova M.I., Kirakozov L.R.

Federal State Unitary Enterprise "CITO" Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, 12a-1 Priorova Street, 127299 Moscow, Russian Federation

Abstract

Introduction. This article is for discussion. Providing patients with prosthetic and orthopedic products of a combined type: a prosthesis with signs of an orthosis or an orthosis with signs of a prosthesis.

Keywords: prosthetic and orthopedic products, lower limb prostheses, lower limb orthoses, orthopedic devices, prosthetics, orthotics, personified synthesis of lower limb prostheses.

Спектор В.С., Монахова М.И., Киракозов Л.Р. Обеспечение пациентов протезно-ортопедическими изделиями комбинированного типа: протез с признаками ортеза или ортез с признаками протеза // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 54-60. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-54-60.

Spektor VS, Monakhova MI, Kirakozov LR. Obespechenie pacientov protezno-ortopedicheskimi izdeliyami kombinirovannogo tipa: protez s priznakami orteza ili ortez s priznakami proteza [Providing Patients with Prosthetic and Orthopedic Products of a Combined Type: A Prosthesis with Signs of an Orthosis or an Orthosis with Signs of a Prosthesis]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):54-60. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-54-60 (In Russian).

Монахова Марина Игоревна / Marina Ig. Monakhova; e-mail: monakhovami@cito-pro.ru

Введение / Introduction

Известно, что протез – это ортопедическое средство различных конструкций, используемое как искусственный заменитель утраченных или необратимо повреждённых частей тела. Главная задача протезирования нижней конечности – это максимально возможное восстановление функции утраченного органа и возвращение человека к активной жизнедеятельности.

В свою очередь, ортез – это ортопедическое вспомогательное или лечебное средство различных конструкций, используемое для фиксации, коррекции, разгрузки, активизации функций, улучшения косметики частей тела человека при их патологическом состоянии. Главная задача ортезирования нижней конечности – это максимально возможное восстановление/сохранение функции конечности и возвращение человека к активной жизнедеятельности [4, 5].

В протезировании четко определены места возможного нагружения при построении приемной гильзы, так как костная система, которая держит нагрузку, усечена, то передача нагрузки происходит через гильзу, которая надевается на культю, но мягкие ткани культи вводят некоторую нестабильность в биотехническую систему человек-протез, однако, управление протезом все же осуществляется через приемную гильзу. Ортезирование также может происходить в случае нарушения целостности костной системы, тогда ортез восполняет это нарушение, однако, цель ортезирования – восстановить костно-мышечную функциональность сегментов тела человека или уменьшить/снять нагрузку с определенных сегментов тела человека [2, 6, 7].

Известной конструкцией протеза с признаками ортеза уже много десятилетий является протез голени с манжеткой/гильзой на бедро. Данная конструкция протезно-ортопедического изделия применяется в первую очередь при короткой культе голени, когда есть необходимость стабилизировать культю голени по отношению к бедру, что осуществляется за счет введения дополнительного компонента – коленных шарниров с шинами закрепленных на манжетке/гильзе бедра [1].

В статье рассматриваются случаи, когда есть необходимость в обеспечении пациентов сложными и атипичными протезно-ортопедическими изделиями комбинированного типа: протезами с признаками ортеза или ортезами с признаками протеза.

Цель / Aim

Цель работы – определение методики работы при обеспечении пациентов сложными и атипичными протезно-ортопедическими изделиями комбинированного типа: протезами с признаками ортеза или ортезами с признаками протеза, оценка сложности изготовления таких изделий в отличие от изготовления протеза или ортеза, изложение основных операций технологического процесса изготовления таких изделий, когда необходимо распределить нагрузку или снять ее полностью с участка, который ее воспринимает в обычных условиях.

Материалы и методы / Materials and methods

В статье приведен разбор практических случаев изготовления комбинированных протезно-ортопедических изделий пациентам с патологией нижней конечности, анализ опыта и особенностей обеспечения таким типом протезно-ортопедических изделий, технологического процесса изготовления комбинированных протезно-ортопедических изделий, контингента пациентов, которым они показаны.

Результаты / Results

Случай 1

Исходные данные: пациент Л.; диагноз – болезнь Пертеса, поражена левая нижняя конечность, плосковальгусная стопа, укорочение левой нижней конечности на 2 см; возраст 13 лет; вес 78 кг; ранее пациент пользовался аппаратом на всю ногу с замковыми шинами.

Задача: максимально уменьшить нагрузку на тазобедренный сустав и бедренную кость.

Для решения задачи пациенту был изготовлен аппарат на всю ногу: была изготовлена гильза бедра с посадкой приемной гильзы протеза бедра CAT–CAM (рис. 1). Гильза должна была иметь возможность раскрытия для распределения мягких тканей и правильности координации относительно тубера и вертела. Гильзу изготавливали методом вакуумной инфузии с использованием карбонового полотна. В конструкции было предусмотрено, чтобы при сведении краев гильзы не происходило защипа кожи (для этого мы использовали систему клапана) и отсутствовала возможность вертикального смещения краев гильзы в процессе ходьбы (для этого использованы направляющие: две карбоновые шины), а также обеспечивалась надежная фиксация посадочного кольца на бедре, что было обеспечено двумя ремешками с пряжками.

a b

Рис. 1. Примерка приемной гильзы пациентом Л.: вид спереди (a) и сзади (b)

Figure 1. Fitting of the receiving sleeve by patient L.: front view (a) and rear view (b)

В аппарате использованы замковые коленные шарниры со смещенной осью вращения для повышения устойчивости при отключенном замке. При изготовлении изделия снимались два отдельных гипсовых слепка: один – для гильзы бедра, другой – для гильзы голени и стопы. Подгонка и окончательная установка шин бедра производилась по результатам примерки (рис. 2). Год пользования изделием показал резкое улучшение параметров походки пациента.

Рис. 2. Примерка аппарата на всю ногу с приемной гильзой бедра с посадкой приемной гильзы по типу посадки приемной гильзы протеза бедра CAT–CAM пациентом Л.

Figure 2. Fitting of the device for the whole leg with the hip receiving sleeve with the landing of the receiving sleeve according to the type of landing of the receiving sleeve of the hip prosthesis CAT-CAM by patient L.

Случай 2

Исходные данные: пациент А., диагноз: ампутационная культя стопы по Шопару (рис. 3), последствие инсулинозависимого сахарного диабета, возраст 66 лет; вес 110 кг.

Рис. 3. Вид культи стопы по Шопару пациента А. перед началом выполнения работ по оказанию протезно-ортопедической помощи

Figure 3. View of the stump of the foot according to the Shopar of patient A. before starting work on providing prosthetic and orthopedic care

Опорная кожа на культе осталась только в области пятки, от её середины кнаружи по оси стопы: стопа не подлежит нагружению, форма культи стопы «лодка», произошло перераспределение костей культи стопы в результате ослабления мышечно-связочного аппарата конечности. По технологии «пре-прег» был изготовлен протез с признаками ортеза со скелетированной приемной гильзой с распределением нагрузки на подколенную связку. Функция ортеза здесь обусловлена снятием нагрузки с культи стопы. В качестве распределителя нагрузки и смягчителя для колена был использован гелевый наколенник толщиной 6 мм. Культя стопы была вывешена на 5 мм к ложементу стопы, а под участок пятки с опорной кожей была изготовлена контактная подушка из HTV-силикона (55 единиц по Шору) для улучшения кровообращения в мягких тканях стопы. Сложность изготовления изделия состояла в точности подгонки приемной полости для обеспечения протезной посадки на связку и получения нужного зазора между культей стопы и ложементом стопы с целью предотвращения передачи нагрузки на стопу при опоре на поражённую конечность. Можно было бы использовать стандартное решение в ортезировании, когда гильза ортеза охватывает ногу в области икры, благодаря чему уменьшается нагрузка на опорную поверхность стопы, но при сахарном диабете сжимать область икры недопустимо. Для изготовления подобного протезно-ортопедического изделия был произведен точный расчет конструк-

тивных параметров набора шин, стельки стопы и приемной гильзы. К переднему отделу изготовили и надстроили из пластазота формообразующий модуль стопы для использования его в стандартной обуви. Вес изделия составил 1400 г.

Рис. 4. Пациент А. в протезе с признаками ортеза

Figure 4. Patient A. in a prosthesis with signs of orthosis

Случай 3

Исходные данные: пациент Д., диагноз – обморожение правой нижней конечности и потеря всей опорной кожи подошвенной части стопы (рис. 5), пересадка кожи на подошвенную часть стопы с бедра, возраст 35 лет, вес 86 кг.

Пока пациент находился на стационарном лечении на постельном режиме, стопа не испытывала нагрузок, кожа прижилась и внешне была совершенно здоровой. Но как только пациент начал ходить, кожа на стопе стала разрываться от нагрузки и открылись трофические язвы.

Рис. 5. Вид правой нижней конечности пациента Д. перед началом выполнения работ по оказанию протезно-ортопедической помощи

Figure 5. View of the right lower limb of the patient D. before the start of work on the provision of prosthetic and orthopedic care

Речь шла об ампутации стопы. Пациенту изготовили ортез с признаками протеза методом вакуумной инфузии, нагрузка распределилась на подколенную связку как в протезах голени, а под опорную кожу стопы установили стельку из RTV-силикона, причем сначала лонгета стопы имела зазор к ложементу стопы, далее была подготовлена силиконовая масса и распределена по ложементу. В соответствии с разработанным технологическим процессом изготовления изделия пациент надел ортез и частично нагрузил стопу (30–40 % от своего веса) с целью получения оттиска на силиконовом ложементе, пока силикон был еще не полимеризован. В этом состоянии произошла полимеризация силикона, тем самым часть нагрузки оказалась на ортезе, а часть нагрузки восприняла силиконовая стелька. Благодаря этому нагрузка на культю стопы при опоре в процессе ходьбы была значительно снижена и доступна для восприятия её кожей, что позволило пациенту полноценно продолжить свою жизнедеятельность. Находясь на стабилоплатформе с биологической обратной связью, нагрузку на ампутированную конечность пациент давал равную половине своего веса тела. Для защиты колена и равномерного распределения нагрузки был использован педиленовый вкладыш.

Рис. 6. Пациент Д. в ортезе с признаками протеза

Figure 6. Patient D. in orthosis with signs of a prosthesis

Случай 4

Исходные данные: пациент Б., диагноз – ампутационная травматическая культя стопы по Шопару (рис. 7), прогрессирующая вальгусная установка стопы, ограниченная подвижность стопы флексия/экстензия, возраст 34 года, вес 74 кг; ранее пациент пользовался вкладным башмачком, выполненным из пластазота для смягчения контакта культи с изделием и обеспечения возможности пользования обычной обувью (рис. 8).

Рис. 7. Вид культи стопы по Шопару пациента Б. перед началом выполнения работ по оказанию протезно-ортопедической помощи

Figure 7. View of the stump of the foot according to the Shopar of patient B. before the start of work on providing prosthetic and orthopedic care

Рис. 8. Вкладной башмачок, которым пользовался пациент Б. до изготовления ему протеза с признаками ортеза

Figure 8. The inset shoe used by patient B. before the manufacture of a prosthesis with signs of orthosis

Пациенту Б. назначен протез с признаками ортеза (рис. 9). Функция ортеза заключается в фиксации стопы по отношению к голени для уменьшения вальгуса стопы при ходьбе и предотвращения прогрессирования вальтуса. Силиконовый ложемент (рис. 10) с захватом переднего отдела стопы распределяет нагрузку, смягчает контакт и обеспечивает массажный эффект опорной кожи, предохраняет кожу переднего отдела стопы при перекате в ходьбе. Ложемент культи стопы выполнен единым целым с ортезной частью конструкции изделия, выполненной по технологии «пре-прег». Полосовая пружина, присущая ортезной части конструкции, способствует сохранению энергосбережения и обеспечению необходимой подвижности стопы в вертикальных плоскостях. К ложементу приклеена заготовка протезной стопы с формообразующей, которая обычно используется в протезировании при ампутации по Шопару [3, 8].

Рис. 9. Протез стопы с признаками ортеза для пациента Б

Figure 9. Prosthetic foot with signs of orthosis for patient B

Рис. 10. Силиконовый ложемент протеза

Figure 10. Silicone lodgement of the prosthesis

Обсуждение / Discussion

Опыт работы с пациентами, как в случаях, описанных в статье, приводит к убеждению о необходимости внедрения протезно-ортопедических изделий комбинированного типа: протеза с признаками ортеза или ортеза с признаками протеза в практику протезно-ортопедической промышленности, тем более, что других полноценных конструкторско-технологических решений для подобных случаев нет ни в нашей стране, ни за рубежом. По крайней мере, авторы не сталкивались с публикациями по данной тематике.

Заключение / Conclusion

Пациенты, чьи случаи подобны описанным в статье, пройдя стандартные неполноценные решения в одних протезно-ортопедических мастерских, потом мучаются и ищут помощи в других мастерских или соглашаются на ампутацию сегмента нижней конечности. Конечно, таких пациентов не так много, но это не значит, что они не должны получить полноценную продуманную протезно-

ортопедическую помощь, хотя на текущий момент не существует утвержденных методик протезирования и ортезирования в подобных условиях.

Протез с признаками ортеза назначается пациентам, когда необходимо обеспечить координацию и стабилизацию культи по отношению к вышележащему сегменту тела (культю стопы по отношению к голени, культю голени по отношению к бедру) и/или распределить или снять нагрузку с нижележащих сегментов тела.

Ортез с признаками протеза назначается пациентам, когда необходимо снять или распределить нагрузку между сегментами нижней конечности на посадочные места, используемые в протезировании.

Разработанные методики изготовления протезно-ортопедических изделий комбинированного типа – протез с признаками ортеза или ортез признаками протеза – показали свою жизнеспособность и эффективность и могут быть рекомендованы к применению при оказании протезно-ортопедической помощи пациентам.

Этика публикации / Publication ethics. Представленная статья ранее опубликована не была. Все заимствования корректны.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Литература

1. Baumgartner, R., Botta P. Amputation and prosthetics of the lower limbs. Translated from the German PhD A.V. Grassroots. Edited by honored scientist of Russia, doctor of medical Sciences Professor A.N. Keir. M: Medicine, 2002. 504 p.
2. Косинская Н. С. Травматические повреждения костно-суставного аппарата конечностей как причина инвалидности: Пособие для специалистов ВТЭ и рентгенологов. М., 1970.
3. Монахова, М.И. Назначение вида и конструкции протезов пациентам с частичной ампутацией стопы, используя технологию персонифицированного синтеза протезов нижних конечностей / М.И. Монахова, Л.Р. Киракозов, Л.М. Смирнова // Медицина и высокие технологии. 2018. № 2. С. 50-56.
4. Реабилитация инвалидов: национальное руководство / под ред. Г. Н. Пономаренко М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 736 с.: ил. (Серия «Национальные руководства»).
5. Руководство по протезированию и ортезированию / Под ред. М.А. Дымочки, А.И. Суховерховой, Б.Г. Спивака. 3-е изд., перераб. и доп., в 2-х томах. М., 2016.
6. Справочник по протезированию / Под ред. В.И. Филатова. Л., 1978.
7. Технология протезно-ортопедических изделий: Учеб. пособ. для среди. спец. учеб. Заведений / Кужекин А.П., Морейнис И.Ш., Головин В.С. и др.; под ред. канд. техн. наук А. П. Кужекина. М.: Легпромбытиздат, 1985. 312 с., ил.
8. Травматология: национальное руководство / под ред. Г.П. Котельникова, С.П. Миронова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2018. 776 с. (Серия «Национальные руководства»).

References

1. Baumgartner R., Botta P. Amputation and prosthetics of the lower limbs. Translated from the German PhD A.V. Grassroots. Edited by honored scientist of Russia, doctor of medical Sciences Professor A.N. Keir. M: Medicine, 2002:504 p. (In Russian).
2. Kosinskaya NS. Travmaticheskie povrezhdeniya kostno-sustavnogo apparata konechnostej kak prichina invalidnosti: Posobie dlya specialistov VTE i rentgenologov. [Traumatic injuries of the osteoarticular apparatus of the limbs as a cause of disability: a manual for specialists in VTE and radiologists]. Moscow, 1970 (In Russian).
3. Monakhova, MI, Kirakozov LR, Smirnova LM. Naznachenie vida i konstrukcii protezov pacientam s chastichnoj amputaciej stopy, ispol'zuya tekhnologiyu personificirovannogo sinteza protezov nizhnih konechnostej [Appointment of the type and construction of prosthesis for patients with partial foot's amputation using the technology of personified synthesis of lower limb prostheses]. Medicina i vysokie tekhnologii [Medicine a nd high technologies]. 2018;2:50-6 (In Russian).
4. Reabilitaciya invalidov: nacional'noe rukovodstvo. [Rehabilitation of persons with disabilities: national leadership,]. (Seriya «Nacional'nye rukovodstva») Ponomarenko GN. (ed.) [(Series «National Guides»)]. Moscow : GEOTAR-Media, 2018:736 p.: il. (In Russian).
5. Rukovodstvo po protezirovaniyu i ortezirovaniyu [Guide to prosthetics and orthosis] / pod red. MA Dymochki, AI Suhoverhovoj, BG Spivaka. - 3-e izd., pererab. i dop., v 2-h tomah. Moscow, 2016 (In Russian).
6. Spravochnik po protezirovaniyu/ [Handbook of prosthetics] / pod red. V.I. Filatova. - Leningrad, 1978 (In Russian).
7. Kuzhekin AP, Morejnis IS., Golovin VS. i dr. Tekhnologiya protezno-ortopedicheskih izdelij: Ucheb. posob. dlya sredn. spec. ucheb. zavedenij [Technology of prosthetic and orthopedic products: Textbook. benefits for average specialist. textbook. Institutions / under the editorship of Ph.D. A.P. Kuzhekin]. Moscow: Legprombytizdat, 1985:312 p., il. (In Russian).
8. Travmatologiya: nacional'noe rukovodstvo (Seriya «Nacional'nye rukovodstva») / pod red. G.P. Kotel'nikova, S.P. Mironova. - 3-e izd., pererab. i dop. [Traumatology: national leadership (Series «National Guides») / ed. G.P. Kotelnikova, S.P. Mironova. - 3rd ed., Revised. and add]. - Moscow: GEOTAR-Media, 2018:776 p. (In Russian).

Рукопись поступила / Received: 16.11.2020
Принята в печать / Accepted for publication: 11.03.2021

Авторы

Спектор Виктор Семёнович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология обработки материалов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)», генеральный директор Федерального государственного унитарного предприятия «ЦИТО» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации по направлению технические средства реабилитации, ул. Приорова, д. 12а, стр.1, Москва, 127299, Российская Федерация. E-mail: spektorvs@cito-pro.ru

Монахова Марина Игоревна – коммерческий директор Федерального государственного унитарного предприятия «ЦИТО» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации по направлению технические средства реабилитации, ул. Приорова, д. 12а, стр.1, Москва, 127299, Российская Федерация. E-mail: monakhovami@cito-pro.ru

Киракозов Левон Рубенович – мастер производственного обучения Федерального государственного унитарного предприятия «Московское протезно-ортопедическое предприятие» Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, Коровинское ш., д. 17а, Москва, 125412, Российская Федерация. E-mail: 4789561@mail.ru

Authors

Spektor Victor Semenovich, Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Materials Science and Materials Processing Technologies of Moscow Aviation Institute (National Research University) , General Director of Federal State Unitary Enterprise «CITO» of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, 12a-1 Priorova Street, 127299 Moscow, Russian Federation. E-mail: spektorvs@cito-pro.ru

Monakhova Marina Igorevna, chief commercial officer of Federal State Unitary Enterprise «CITO» of the Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation, 12a-1 Priorova Street, 127299 Moscow, Russian Federation. E-mail: monakhovami@cito-pro.ru

Kirakozov Levon Rubenovich, head of industrial training direction of the Federal State Unitary Enterprise «Moscow Prosthetic and Orthopedic Enterprise» Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation, 17a Korovinskoye Road, 125412 Moscow, Russian Federation. E-mail: 4789561@mail.ru

УДК 617-7 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-61-71*

ОБЗОР МЕТОДОВ ЛОКАЛЬНОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ЗАТУХАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ НЕРВОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Щербина К.К., Головин М.А., Владимирова О.А.

Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта,
ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Резюме

Введение. Протезы и ортезы с внешним источником энергии используются, в том числе, при полном или частичном отсутствии функции сегмента конечности. Одним из источников информации для формирования команд управления подобными техническими средствами реабилитации является регистрация сигналов электрической активности нервов. Для этого используются хронически имплантируемые инвазивные сенсоры. Сенсор считается имплантируемым долгосрочно, если он установлен на нерве в течение 30 дней и более. Такой сенсор состоит из интерфейса, устанавливаемого на аксон (отросток нейрона), и системы передачи зарегистрированных сигналов. Интерфейс чаще всего представляет собой массив электродов. Использование такой системы в практике протезирования и ортезирования затруднено в связи с рядом проблем. Наиболее значимой из них является регенерация периферического нерва вокруг микроэлектродного массива в течение 9015012 месяцев. В данной работе будет представлен обзор типов существующих микроэлектродных массивов, используемых для имплантации на периферические нервы, и способов уменьшения иммунного ответа на инородное тело и ингибирования регенерации периферических нервов.

Цель. Анализ вопроса долгосрочной регистрации сигналов с нервов периферической нервной системы.

Материалы и методы. Исследование проведено на основе анализа научной литературы по исследуемой теме, материалов научных баз ScienceDirect, Google Scholar с использованием метода анализа публикационной активности по предложенным критериям за период с 1972 по 2019 год.

Результаты. Проведен обзор 25 публикаций. Определены 4 основных вида микроэлектродных массивов для регистрации электрической активности путем прямого отведения с нерва. Установлено, что существует 3 группы методов предотвращения затухания регистрируемых сигналов за время установки электродов. Для достижения наилучшего результата следует использовать эти методы в совокупности. В результате проведенного анализа по предложенным критериям определен наиболее перспективный метод применения микроэлектродов для имплантации на периферические нервы: вненейральные электроды из биодоступного материала, такого как Парилен С (Parylene C). Для снижения иммунного ответа в месте имплантации электрода возможна локальная доставка лекарственных средств, наиболее часто используется дексаметазон.

Выводы. Проведенный анализ показал большое количество существующих подходов к вопросу продления срока полезного использования электродов, имплантируемых на аксоны нервов периферической нервной системы. Их систематизация позволяет определить пути, наиболее перспективные для практического применения.

Ключевые слова: имплантируемые электроды, микроэлектродный массив, регенерация периферических нервов, долгосрочная имплантация, протез с внешним источником энергии, ортез с внешним источником энергии.

Щербина К.К., Головин М.А., Владимирова О.А. Обзор методов локального предотвращения затухания электрических сигналов при регистрации электрической активности нервов периферической нервной системы // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 61-71. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-61-71.

Shcherbina KK, Golovin MA, Vladimirova OA. Obzor metodov lokal`nogo predotvrashheniya zatuxaniya e`lektricheskix signalov pri registracii e`lektricheskoj aktivnosti nervov perifericheskoj nervnoj sistemy [A Review of Methods for Local Prevention of Attenuation of Electrical Signals When Recording the Electrical Activity of Nerves in the Peripheral Nervous System]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):61-71. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-61-71 (In Russian).

Щербина Константин Константинович / Konstantin K. Shcherbina; e-mail: shcherbina180@mail.ru

A REVIEW OF METHODS FOR LOCAL PREVENTION OF ATTENUATION OF ELECTRICAL SIGNALS WHEN RECORDING THE ELECTRICAL ACTIVITY OF NERVES IN THE PERIPHERAL NERVOUS SYSTEM

Shcherbina K.K., Golovin M.A., Vladimirova O.A.

Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

Introduction. Prostheses and orthoses with an external energy source are used, including in the case of complete or partial absence of the function of the limb segment. One of the sources of information for the formation of control commands for such technical means of rehabilitation is the registration of signals of electrical activity of nerves. For this purpose, chronically implantable invasive sensors are used. A sensor is considered long-term implantable if it is installed on a nerve for 30 days or more. Such a sensor consists of an interface installed on an axon (a process of a neuron), and a system for transmitting registered signals. The interface is most often an array of electrodes. The use of such a system in the practice of prosthetics and orthotics is difficult due to a number of problems. The most significant of them is the regeneration of the peripheral nerve around the microelectrode array during 9–12 months. This paper will provide an overview of the types of existing microelectrode arrays used for implantation on peripheral nerves, and ways to reduce the immune response to a foreign body and inhibit the regeneration of peripheral nerves.

Aim. Analysis of the issue of long-term registration of signals from the nerves of the peripheral nervous system.

Materials and methods. The study was conducted on the basis of the analysis of scientific literature on the topic under study, materials of scientific databases ScienceDirect, Google Scholar using the method of analyzing publication activity according to the proposed criteria for the period from 1972 to 2019.

Results. A review of 25 publications was conducted. 4 main types of microelectrode arrays for recording electrical activity by direct lead-off from the nerve have been identified. It is established that there are 3 groups of methods for preventing the attenuation of the recorded signals during the installation of the electrodes. To achieve the best result, you should use these methods together. As a result of the analysis, according to the proposed criteria, the most promising method of using microelectrodes for implantation on peripheral nerves was determined: extra-neural electrodes made of bioavailable material, such as Parylene C. To reduce the immune response at the site of implantation of the electrode, local delivery of drugs is possible, dexamethasone is most often used.

Summary. The analysis showed a large number of existing approaches to the issue of extending the useful life of electrodes implanted on the axons of the nerves of the peripheral nervous system. Their systematization allows us to determine the ways that are most promising for practical application.

Keywords: implantable electrodes, microelectrode array, peripheral nerve regeneration, long-term implantation, external energy source prosthesis, external energy source orthosis.

Введение / Introduction

С развитием протезирования появился новый тип устройств – протезы с внешним источником энергии. Система управления таким протезом может включать в себя инвазивно имплантируемые устройства. Например, на культю нерва может имплантироваться нейронный протез. Нейронный протез – это устройство, обеспечивающее запись и нервную стимуляцию, которая направлена на частичную замену или восстановление функции поврежденной нервной системы [1]. Интерфейсом нейронного протеза, устанавливаемым на культю нерва ампутированной конечности, является микроэлектродный массив (МЭМ). Однако при установке микроэлектродных массивов существует ряд проблем, мешающих их адекватной долгосрочной работе. Одна из этих проблем – регенерация периферического нерва вокруг МЭМ и ослабление поступающего от него сигнала. Применение рассматриваемой системы для долгосрочного ежедневного использования по-прежнему далеко за пределами досягаемости, в первую очередь из-за обнаружения фиброзной инкапсуляции, развивающейся вокруг имплантированного нейронного интерфейса в течение короткого временного окна в несколько месяцев, что физически экранирует доступ электрических датчиков к целевым нейронам [20]. Обзор существующих МЭМ, используемых для имплантации на периферические нервы, и способов уменьшения иммунного ответа на инородное тело и ингибирования регенерации периферических нервов является актуальной проблемой для практического внедрения решения рассматриваемого вопроса.

Цель / Aim

Анализ вопроса долгосрочной регистрации сигналов с нервов периферической нервной системы.

Материалы и методы / Materials and methods

Исследование проведено на основе анализа научной литературы по исследуемой теме, материалов научных баз ScienceDirect, Google Scholar с использованием метода анализа публикационной активности по предложенным критериям за период с 1972 по 2019 год.

Объект исследования: микроэлектродные массивы, устанавливаемые на периферические нервы. Предмет исследования: методы ингибирования регенерации периферических нервов с имплантированным микроэлектродным массивом и методы снижения иммунного ответа на инородное тело, характеристики и отличительные признаки микроэлектродных массивов.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Различают 4 типа электродов, используемых на периферических нервах [2, 3]:

– регенеративные микроэлектроды (Regenerative electrodes) – представляют собой сетку, через которую воссоединяются аксоны поврежденного нерва (рис. 1a);

– интрафасцикулярные микроэлектроды (Intra-fascicular electrodes) – проникающие электроды, которые «проталкиваются» в нервный пучок непосредственно через периневрий (рис. 1b);

– межфасцикулярные электроды (Inter-fascicular electrodes) – схожи с интрафасцикулярными микроэлектродами, однако проникают не через периневрий, а через эпиневрий (рис. 1c);

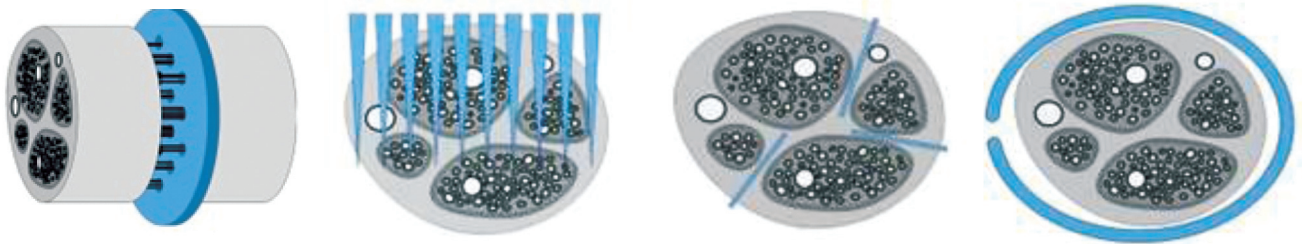
– вненейральные электроды (Extra-neural electrodes) – электроды, размещаемые на наружной поверхности нерва, вне эпиневрия (рис. 1d).

На основе изученной литературы можно выделить следующие типы микроэлектродных массивов, представленные в таблице 1.

Кроме того, существует несколько типов электродов, которые не вписываются в классификацию по таблице 1, однако используются на периферических нервах. Это имплантируемый гидрогелевый нейронный манжетный электрод (hydrogel-decorated implantable neural cuff electrode) [14], самоблокирующийся манжетный электрод (self-locking cuff electrode) [18], лизирующий и притягивающий манжетный электрод (lyse-and-attract cuff electrode – LACE) [15].

В таблице 2 приведен сравнительный анализ типов микроэлектродных массивов.

Для долгосрочной имплантации с целью управления техническим средством реабилитации с внешним источником энергии (протезом, ортезом) применяются следующие методы ингибирования разрастания фиброзной ткани вокруг имплантата (регенерации периферических нервов) – использование особого материала при изготовлении МЭМ, выбор наименее травматичной формы МЭМ, локальная доставка лекарственных веществ, подавляющих иммунный ответ. Для достижения наилучшего результата необходимо использовать все эти методы в совокупности.



a b c d

Рис. 1. Типы электродов.
a – регенеративные микроэлектроды; b – интрафасцикулярные микроэлектроды;
c – межфасцикулярные электроды; d – вненейральные электроды

Figure 1. Types of electrodes.
a – regenerative electrodes; b – intra-fascicular electrodes; c – inter-fascicular electrodes;
d – extra-neural electrodes

Таблица 1 / Table 1

Основные типы микроэлектродных массивов / Basic types of microelectrode arrays

№ п/п	Тип микроэлектродного массива / Type of microelectrode arrays	Название микроэлектрода / The name of the microelectrode	Описание / Description	Применение / Application
1.1	Вненейральные / Extra-neural	Манжетные МЭМ / Cuff electrodes	Пластина из гибкого материала, на внутренней поверхности которой располагаются до 12 электродов относительно большой площади (от 70 мкм^2 до 2 мм^2). Проводники интегрируются в пластину. При имплантации нерв сначала «обертывают» пластиной, а затем фиксируют ее таким образом, что электроды образуют контакт с поверхностью нерва [4]	Применяется для функциональной электрической стимуляции мышц и при регистрации сигналов с афферентных нервных волокон [4]; в стимуляции периферических нервов при регистрации недержания кала [10], контроля мочевого пузыря, активации парализованных конечностей, лечения обструктивных апноэ во сне [18]
1.2		Электроды в виде книги / Book [5]	Состоят из глубоких канавок в силиконовом блоке с электродами из платиновой фольги в каждой канавке, где должны располагаться нервы [5]	Устройство разработано для имплантации на корни крестцового нерва вблизи позвоночника для контроля мочевого пузыря у пациентов с повреждением спинного мозга [3]
1.3		Спиральные электроды / Helical nerve electrode	Конструкция состоит из силиконовой подложки, сформированной в виде спирали с открытой матрицей и электродами из платиновой фольги. Спиральные электроды обеспечивают адаптивное прилегание к нерву, приспосабливаясь к изменениям диаметра [3, 6]	Используются для неселективной стимуляции блуждающего нерва [6]
1.4		Нейронный электрод с плоским интерфейсом / Flat interface neural electrode — FINE [7]	Восемь контактов встраиваются в стенки электрода: четыре сверху и четыре снизу. Одна сторона электрода обрезается так, чтобы можно было поместить FINE вокруг нерва. Во время имплантации ушивают закрыто. Электрод изменяет форму нерва в сплющенный прямоугольник [7]	Тонкий нейронный электрод с плоским интерфейсом был способен изменить форму нерва и увеличить поверхность взаимодействия нерв-электрод на 23 % по сравнению с цилиндрическим электродом [7]

Продолжение таблицы 1 / Continuation of table 1

№ п/п	Тип микро-электродного массива / Type of microelectrode arrays	Название микро-электрода / The name of the microelectrode	Описание / Description	Применение / Application
2.1	Регенеративные / Regenerative	Сетчатые МЭМ / Sieve electrodes	Состоят из плоской структуры с плотным рисунком сквозных отверстий, некоторые или все из которых окружены металлическим электродом. Каждый конец перерезанного нерва расположен напротив сетки, так что аксоны растут через отверстия, чтобы соединить торцы пересеченного нерва. Большинство сетчатых конструкций изготовлены из кремния, чтобы использовать преимущества технологий микропроизводства [3]	Подобные электроды применяются для имплантации в периферические нервы [4]
2.2		Микроканальный электродный массив / Microchannel electrode array	Конструкцию можно рассматривать как сетку, которая растягивается в продольном направлении и образует не отверстия, а каналы. В связи с этим аксоны растут через трубчатые каналы в объеме [3]	Канал значительной длины (до 1 см) позволяет сигналу распространяться быстрее, но малоприменим в силу таких размеров. Применение каналов позволяет не обеспечивать принудительное соединение аксонов и электродов, уменьшить перекрестное влияние [8]
3.1	Интра-фасцикулярные / Intra-fascicular	Поперечный интрафасцикулярный мультиканальный электрод / Transverse intrafascicular multichannel electrode – TIME [9]	Были разработаны две версии — TIME-2 и TIME-3. Они выполнены в виде тонкой полоски полиимида шириной 200 мкм, которая сужается в средней части до 100 мкм в центре. В дизайне TIME-3 полоса имеет угол 90° между частью ленты и частью вставки. Эта модификация позволяет лучше адаптироваться к анатомическому расположению нерва и улучшает возможности для фиксации по поверхности нервов [9]	Предназначен для поперечной имплантации в периферический нерв и избирательно взаимодействует с подмножеством аксонов в разных пучках в пределах одного нерва. Конструкции TIME-2 и TIME-3 являются биосовместимыми и безопасны для хронической имплантации в небольшой периферический нерв (исследования проводились на седалищном нерве крысы) [9]
3.2		Продольный интрафасцикулярный электрод / Longitudinal intrafascicular electrode — LIFE [11]	Электроды располагаются продольно, пронизывая внутри отдельные пучки периферических нервов, так что активная область электрода лежит параллельно аксонам в нерве [10]	Разработан для обеспечения выборочной активации небольших групп нервных волокон с раздражителями низкой интенсивности. Электрод можно располагать максимально близко к ткани-мишени, а именно – внутри нерва [10]

Окончание таблицы 1 / End of table 1

№ п/п	Тип микро-электродного массива / Type of microelectrode arrays	Название микро-электрода / The name of the microelectrode	Описание / Description	Применение / Application
3.3		Массив с наклонными электродами Utah / Utah slanted electrode array —USEA [12]	Массив игл длиной 0,5–1,5 мм с разницей в 0,1 мм между рядами соседних электродов, расположен на силиконовой подложке. Иглы являются проводящими благодаря использованию легированного кремния и электрически изолированы нитридом кремния [11]	МЭМ подобного типа являются наиболее подходящими для записи сигналов с большого числа изолированных нервных волокон [4]
4	Межфас-цикулярные / Inter-fascicular	Медленно проникающий межфасцикулярный нейральный электрод / Slowly-penetrating interfascicular nerve electrode — SPINE [13]	Состоят из силиконовой резиновой трубки с толщиной стенки 1,5 мм с расширением «элементов» радиально в просвете трубки. Торец трубки разделен на четыре «луча». Лучи проникают внутрь эпиневрия без вмешательства хирурга [13]	Электрод способен размещать электрические контакты в местах, ранее недоступных при экстраневральной стимуляции [13]

Таблица 2 / Table 2

Сравнительный анализ типов микроэлектродных массивов / Comparative analysis on types of microelectrode arrays

Номер	Тип микроэлектродных массивов / Type of microelectrode arrays	Преимущества / Advantages	Недостатки / Disadvantages
1	Вненейральные / Extra-neural	Менее травматичны, чем другие перечисленные альтернативные методы, поэтому не теряют функциональность из-за биологического ответа на травму, вызванную процедурой имплантации [2]. Множественные контакты внутри одного манжетного электрода могут обеспечивать селективную стимуляцию различных аксональных пучков в нерве, создавая потенциально разные функциональные выходы. Электрод и его подводящие провода менее подвержены механическому повреждению и движению относительно тканей-мишеней, которые вызваны повторным сокращением мышц после имплантации [1]. Длительность использования – до 11 лет [25]	Вненейральные МЭМ могут повредить нерв путем сжатия, которое снижает транспорт питательных веществ и метаболитов через нервные кровеносные сосуды и аксоны [16]. Менее инвазивны, но также и менее селективны [24]. Поскольку манжета не проникает в эпиневрий, трудно добиться высокоселективной записи из отдельных пучков. Пространственное разрешение может быть увеличено с помощью FINE-электрода, который изменяет нерв и приводит к тому, что электроды находятся ближе к пучкам нерва [26].

Окончание таблицы 2 / End of table 2

Номер	Тип микроэлектродных массивов / Type of microelectrode arrays	Преимущества / Advantages	Недостатки / Disadvantages
2	Регенеративные / Regenerative	В случае успешной имплантации регенеративные электроды могут потенциально предложить большее разрешение и стабильность, чем другие типы электродов [3]	Главным недостатком этого подхода является необходимость пересечения нерва, чтобы интерфейс мог быть вставлен между проксимальной и дистальной частями. Проблемой является невозможность точного формирования здоровых, зрелых нервных волокон, достаточно сросшихся после пересечения [3]. К недостаткам данной конструкции можно отнести увеличенную массу МЭМ, сложность изготовления, а также увеличение риска повреждения нерва при имплантации [4]
3	Интрафасцикулярные / Intra-fascicular	Более эффективная стимуляция, субфасцикулярная селективность и более высокое соотношение сигнала и шума (SNR – signal-to-noise ratio) и различение сигналов [3]	Сильное повреждение нерва [3]
4	Межфасцикулярные / Inter-fascicular	Межфасцикулярные электроды проникают в эпиневрий [3]	Технология недостаточно развита, мало примеров в литературе [3]

1. Выбор типа МЭМ

Вненейральные электроды являются предпочтительным выбором электродов для использования в протезировании, потому что они менее травматичны, чем другие перечисленные альтернативные методы, что позволяет избежать потери функциональности из-за биологического ответа на травму, вызванную процедурой имплантации [2]. Сильное повреждение нерва, которое происходит при использовании других типов электродов, может привести к биологическим осложнениям, самые распространенные из которых – глубокие и поверхностные инфекции; развитие гематомы или серомы через устройство; боль над имплантированным оборудованием [16]. Манжетные электроды и их провода меньше подвержены механическим повреждениям и движению относительно целевых тканей, которое вызвано повторным сокращением мышц после имплантации [1].

При работе электрода интенсивность стимула, необходимая для нервной активации, снижается. Следовательно, повреждение ткани, вызванное силой и стимуляцией системы, может быть минимизированным [18].

Вторым критерием выбора вненейральных электродов является скорость и простота имплантации. Закрепление имплантата остается критическим, поскольку миграция электродов может потребовать хирургического перемещения или новой имплантации [16].

Несмотря на ряд преимуществ, вненейральные электроды имеют недостатки. Так, при неправильно подобранном размере электрод может сдавливать ткань нерва, нарушая кровообращение, либо недостаточно фиксироваться на нерве и мигрировать. Поэтому Ассоциация по продвижению медицинских инструментов (AAMI) рекомендует, чтобы диаметр внутренней манжеты был на 50 % больше внешнего диаметра целевого нерва для безопасной имплантации [1]. Также для решения этой проблемы был разработан самоблокирующийся манжетный электрод. Конструкция электрода похожа на обычную кабельную стяжку, самоблокирующийся электрод манжеты может легко имплантироваться пинцетом, а диаметр манжеты может регулироваться с помощью самоблокирующейся конструкции, которая включает храповые зубцы и фиксирующую петлю [18]. Аналогичным образом устроен лизирующий и притягивающий манжетный электрод, однако он имеет также четыре микрофлюидных канала из Парилена С для локальной доставки лекарственных препаратов, ингибирующих регенерацию нерва [15].

2. Подбор материала МЭМ

При выборе материала для микроэлектрода важно учитывать его биодоступность и наимень-

шую иммунную реакцию на имплантируемый датчик. Несмотря на то, что невозможно сделать электрод полностью неощущаемым организмом, можно свести к минимуму иммунный ответ на него [20].

Проводящие полимеры (conducting polymers) традиционно используются в каркасах с электроактивной тканью [20]. Такими полимерами являются Парилен С и поли-3,4-этилендиокситиофен (PEDOT). Нейронные имплантаты из мягких материалов, механические модули которых по свойствам ближе к таковым, что и у мягких тканей хозяина, предполагают минимизировать несоответствие механической жесткости между имплантатом и окружающими мягкими тканями. Это необходимо для того, чтобы клетки чувствовали себя механически более похожими на их естественную среду и реагировали на интерфейс менее бурно, что приводит к уменьшению как кратковременного воспаления, так и долгосрочной фиброзной инкапсуляции. Преимуществом проводящих полимеров также является возможность местной доставки противовоспалительных препаратов и нейротрофинов – веществ, играющих важную роль в гибели нервных клеток [20, 21].

Парилен С быстро завоевал внимание как гибкий биоматериал для нового поколения хронических нейронных зондов. Однако разрушение полимерного материала в виде расслаивания, набухания или разрыва часто ухудшает биостабильность устройства в долгосрочной перспективе. В исследованиях Lecomte et al. (2017) сообщается, что датчики Parylene Cimplantable минимально реагировали на искусственные и реальные физиологические условия в течение 6 месяцев, что делает их многообещающими кандидатами на получение надежных, хронически имплантированных датчиков в биомедицинской области [19].

Проводящие полимеры проводят электрический ток в своей конъюгированной магистрали через электроны и через поверхность их контакта с электролитом через обратимый допинг-ионный обмен, что делает их идеальным электронно-ионным преобразователем заряда между электроникой и нервной тканью. В сочетании со своими другими свойствами, включая биодоступность и электрически контролируемое высвобождение лекарственного средства, электроды из проводящих полимеров являются наилучшим выбором для изготовления электродов, применяемых на периферических нервах [20].

3. Использование лекарственных средств

В своем исследовании Cobo et al. (2019) сообщает об изготовлении лизирующего и притягивающего манжетного электрода (lyse-and-attract cuff electrode – LACE). LACE стремится достичь высокой избирательности при поддержании минимально инвазивного интерфейса путем коллатерального роста аксонов в пределах пучка одного периферического нерва. Лизирующие агенты поступают в пучки нерва по микрофлюидным каналам электрода с целью временно разрушить эпиневрий с последующей доставкой нейротрофических факторов, способствующих прорастанию аксонов в электроды со встроенными микрофлюидными каналами [15].

Для смягчения иммунного ответа используют противовоспалительные агенты. В исследовании на датчиках миокарда было доказано, что при использовании дексаметазона оболочка из соединительной ткани вокруг датчика тоньше и имеет меньше тучных клеток, чем без использования дексаметазона [22]. Также доказано снижение иммунного ответа при местной доставке анти-фактора некроза опухоли-а [23].

Выводы / Summary

1. Рассмотрены существующие типы электродов для имплантации на периферические нервы.

2. Проведен сравнительный анализ типов микроэлектродных массивов.

3. Для долгосрочной имплантации с целью управления биоэлектрическим протезом следует выбрать вненейральные электроды, так как они наименее травматичны при установке. Наиболее распространенным видом вненейральных электродов являются манжетные электроды.

4. В качестве материала для изготовления электродов следует выбирать биосовместимый материал. Таким материалом являются проводящие полимеры, наиболее часто используемый из них – Парилен С.

5. Для снижения иммунного ответа в месте имплантации электрода возможна локальная доставка лекарственных средств, наиболее часто используется дексаметазон.

Этика публикации / Publication ethics. Представленная статья ранее опубликована не была.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Финансирование за счет ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России.

Литература

1. Wang R, Yu H, Li Z. Microelectrode Array: Micro Electro Mechanical Systems (eds. O. Huang), Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018:1379-1411.
2. Russell C, Roche A, Chakrabarty S. Peripheral nerve bionic interface: a review of electrodes. International Journal of Intelligent Robotics and Applications. 2019;3:11-8. DOI:10.1007/s41315-019-00086-3.

3. Larson C, Meng A. A review for the peripheral nerve interface designer. Journal of Neuroscience Methods. 2020:332. DOI:10.1016/j.jneumeth.2019.108523.
4. Сафин Д.Р., Пильщиков И.С., Ураксеев М.А., Мигранова Р.М. Применение имплантируемых микроэлектродов в системах управления протезами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2010 (14). № 2 (37) С. 104-109.
5. Brindley G. Electrode-arrays for making long-lasting electrical connexion to spinal roots. Journal of physiology. 1972;222(2):135-6.
6. Weinberg S. Helical nerve electrode us5251634, 1993.
7. Tyler D, Durand D. Alteration of neural geometry for selective nerve stimulation. Paper presented at the 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 'Magnificent Milestones and Emerging Opportunities in Medical Engineering' (Cat. No.97CH36136), Chicago, IL. USA, October 30 - November 2, 1997. DOI: 10.1109/IEMBS.1997.758736.
8. FitzGerald J, Lacour S, McMahon S, Fawcett J. Microchannels as Axonal Amplifiers. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2008;55(3):1136-46. DOI: 10.1109/TBME.2007.909533.
9. Badia J, Boretius T, Pascual-Font A, Udina E, Stieglitz T, Navarro X. Biocompatibility of Chronically Implanted Transverse Intrafascicular Multichannel Electrode (TIME) in the Rat Sciatic Nerve. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2011;58(8):2324-32. DOI: 10.1109/TBME.2011.2153850.
10. Mortimer J, Agnew W, Horch K, Citron P, Creasey G, Kantor C. Perspectives on New Electrode Technology for Stimulating Peripheral Nerves with Implantable Motor Prostheses. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1995;3(2):145-54. DOI: 10.1109/86.392373.
11. Branner A, Stein R, Normann R. Selective Stimulation of Cat Sciatic Nerve Using an Array of Varying-Length Microelectrodes. Journal of Neurophysiology. 2001:85(4):1585-94. DOI: 10.1152/jn.2001.85.4.1585.
12. Koole P, Holsheimer J, Struijk J, Verloop A. Recruitment Characteristics of Nerve Fascicles Stimulated by a Multigroove Electrode. IEEE Transactions on Biomedical Engineeringэ. 1997;5(1):40-50. DOI: 10.1109/86.559348.
13. Tyler D., Durand D. () A Slowly Penetrating Interfascicular Nerve Electrode for Selective Activation of Peripheral Nerves. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1997;5(1):51-61. DOI: 10.1109/86.559349.
14. Kim H, Heo D, Lee Y., Lee S, Kang J, Lee S. Kwon L, Do S. Biological assessments of multifunctional hydrogeldecorated implantable neural cuf electrode for clinical neurology application. Scientific Reports (electronic journal). 2017;7(15245):1-14. Available from: https://www.nature.com/articles/ s41598-017-15551-x.pdf (accessed 19 December 2019). DOI: 10.1038/s41598-017-15551-x.
15. Cobo A, Boyajian B, Larson C, Scholten K, PikovV, Meng E. A parylene cuff electrode for peripheral nerve recording and drug delivery. Paper presented at the IEEE 30th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS). Las Vegas, NV, USA, January22 - 26, 2017. DOI: 10.1109/MEMSYS.2017.7863454.
16. Ju M, Lin C, Fan J, Chen R. Transverse elasticity and blood perfusion of sciatic nerves under in situ circular compression. Journal of Biomechanics. 2006; 39(1):97-102. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.10.026.
17. Eldabe S, Buchser E, Duarte R. Complications of Spinal Cord Stimulation and Peripheral Nerve Stimulation Techniques: A Review of the Literature Pain Medicine. 2016;17(2):325-36. DOI: 10.1093/pm/pnv025.
18. Yu H, Xiong W, Zhang H, Wang W, Li Z. A Parylene Self-Locking Cuff Electrode for Peripheral Nerve Stimulation and Recording. Journal of Microelectromechanical Systems. 2014;23(5):1025-35. DOI: 10.1109/JMEMS.2014.2333733.
19. Lecomte A, Degache A, Descamps E, Dahan L, Bergaud C. In vitro and in vivo biostability assessment of chronically-implanted Parylene C neural sensors. Sensors and Actuators B: Chemical. 2017:251:1001-8. DOI:10.1016/j.snb.2017.05.057.
20. Guo L. The Pursuit of Chronically Reliable Neural Interfaces: A Materials Perspective Liang. Froniers in Neuroscience (electronic journal). 2016;10(599):1-6. Available from: https://www.frontiersin.org/ articles/10.3389/fnins.2016.00599/full (accessed 19 December 2019). DOI:10.3389/fnins.2016.00599.
21. Hempstead B. Dissecting the Diverse Actions of Pro- and Mature Neurotrophins. Current Alzheimer Research. 2006;3(1):19-24. DOI: 10.2174/156720506775697061.
22. Radovsky A, Van Vleet J. Effects of dexamethasone elution on tissue reaction around stimulating electrodes of endocardial pacing leads in dogs. American Heart Journal. 1989;117(6):1288-98.
23. Vince V, Brelen M, Delbeke J, Colin I. Anti-TNF-a reduces the inflammatory reaction associated with cuff electrode implantation around the sciatic nerve. Journal of Neuroimmunology. 2005;165(1-2):121-8.
24. Gunter, C, Delbeke, J, Ortiz-Catalan M. Safety of long-term electrical peripheral nerve stimulation: review of the state of the art. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2019;16(13). DOI: 10.1186/s12984-018-0474-8.
25. Christie, BP, Freeberg M, Memberg WD. et al. Long-term stability of stimulating spiral nerve cuff electrodes on human peripheral nerves. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2017;14(70). DOI: 10.1186/s12984-017-0285-3.
26. Rijnbeek E. H., Eleveld N., Olthuis W. Update on Peripheral Nerve Electrodes for Closed-Loop Neuroprosthetics. Frontiers in Neuroscience. 2018;12(350). DOI: 10.3389/fnins.2018.00350.

References

1. Wang R, Yu H, Li Z. Microelectrode Array: Micro Electro Mechanical Systems (eds. O. Huang), Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018:1379-1411.
2. Russell C, Roche A, Chakrabarty S. Peripheral nerve bionic interface: a review of electrodes. International Journal of Intelligent Robotics and Applications. 2019;3:11-8. D0I:10.1007/s41315-019-00086-3.
3. Larson C, Meng A. A review for the peripheral nerve interface designer. Journal of Neuroscience Methods, 2020:332. DOI:10.1016/j.jneumeth.2019.108523.
4. Safin DR, Pil'shhikov IS, Urakseev MA, Migranova RM. Primenenie implantiruemy'x mikroe'lektrodov v sistemax upravleniya protezami [Application of implantable microelectrodes in prosthetic control systems]. Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo texnicheskogo universiteta [Bulletin of the Ufa State Aviation Technical University]. 2010(14);2(37):104-9 (In Russian).
5. Brindley G. Electrode-arrays for making long-lasting electrical connexion to spinal roots. Journal of physiology. 1972;222(2):135-6.

6. Weinberg S. Helical nerve electrode us5251634, 1993.
7. Tyler D, Durand D. Alteration of neural geometry for selective nerve stimulation. Paper presented at the 19th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. 'Magnificent Milestones and Emerging Opportunities in Medical Engineering' (Cat. No.97CH36136), Chicago, IL. USA, October 30 - November 2, 1997. DOI: 10.1109/IEMBS.1997.758736.
8. FitzGerald J, Lacour S, McMahon S, Fawcett J. Microchannels as Axonal Amplifiers. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2008;55(3):1136-46. DOI: 10.1109/TBME.2007.909533.
9. Badia J, Boretius T, Pascual-Font A, Udina E, Stieglitz T, Navarro X. Biocompatibility of Chronically Implanted Transverse Intrafascicular Multichannel Electrode (TIME) in the Rat Sciatic Nerve. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2011;58(8):2324-32. DOI: 10.1109/TBME.2011.2153850.
10. Mortimer J, Agnew W, Horch K, Citron P, Creasey G, Kantor C. Perspectives on New Electrode Technology for Stimulating Peripheral Nerves with Implantable Motor Prostheses. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1995;3(2):145-54. DOI: 10.1109/86.392373.
11. Branner A, Stein R, Normann R. Selective Stimulation of Cat Sciatic Nerve Using an Array of Varying-Length Microelectrodes. Journal of Neurophysiology. 2001:85(4):1585-94. DOI: 10.1152/jn.2001.85.4.1585.
12. Koole P, Holsheimer J, Struijk J, Verloop A. Recruitment Characteristics of Nerve Fascicles Stimulated by a Multigroove Electrode. IEEE Transactions on Biomedical Engineeringэ. 1997;5(1):40-50. DOI: 10.1109/86.559348.
13. Tyler D., Durand D. () A Slowly Penetrating Interfascicular Nerve Electrode for Selective Activation of Peripheral Nerves. IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 1997;5(1):51-61. DOI: 10.1109/86.559349.
14. Kim H, Heo D, Lee Y., Lee S, Kang J, Lee S. Kwon L, Do S. Biological assessments of multifunctional hydrogeldecorated implantable neural cuf electrode for clinical neurology application. Scientific Reports (electronic journal). 2017;7(15245):1-14. Available from: https://www.nature.com/articles/ s41598-017-15551-x.pdf (accessed 19 December 2019). DOI:10.1038/s41598-017-15551-x.
15. Cobo A, Boyajian B, Larson C, Scholten K, PikovV, Meng E. A parylene cuff electrode for peripheral nerve recording and drug delivery. Paper presented at the IEEE 30th International Conference on Micro Electro Mechanical Systems (MEMS). Las Vegas, NV, USA, January22 - 26, 2017. DOI: 10.1109/MEMSYS.2017.7863454.
16. Ju M, Lin C, Fan J, Chen R. Transverse elasticity and blood perfusion of sciatic nerves under in situ circular compression. Journal of Biomechanics. 2006;39(1):97-102. DOI: 10.1016/j.jbiomech.2004.10.026.
17. Eldabe S, Buchser E, Duarte R. Complications of Spinal Cord Stimulation and Peripheral Nerve Stimulation Techniques: A Review of the Literature Pain Medicine. 2016;17(2):325-36. DOI: 10.1093/pm/pnv025.
18. Yu H, Xiong W, Zhang H, Wang W, Li Z. A Parylene Self-Locking Cuff Electrode for Peripheral Nerve Stimulation and Recording. Journal of Microelectromechanical Systems. 2014;23(5):1025-35. DOI: 10.1109/JMEMS.2014.2333733.
19. Lecomte A, Degache A, Descamps E, Dahan L, Bergaud C. In vitro and in vivo biostability assessment of chronically-implanted Parylene C neural sensors. Sensors and Actuators B: Chemical. 2017:251:1001-8. DOI: 10.1016/j.snb.2017.05.057.
20. Guo L. The Pursuit of Chronically Reliable Neural Interfaces: A Materials Perspective Liang. Froniers in Neuroscience (electronic journal). 2016;10(599): 1-6. Available from: https://www.frontiersin.org/ articles/10.3389/fnins.2016.00599/full (accessed 19 December 2019). DOI:10.3389/fnins.2016.00599.
21. Hempstead B. Dissecting the Diverse Actions of Pro- and Mature Neurotrophins. Current Alzheimer Research. 2006;3(1):19-24. DOI: 10.2174/156720506775697061.
22. Radovsky A, Van Vleet J. Effects of dexamethasone elution on tissue reaction around stimulating electrodes of endocardial pacing leads in dogs. American Heart Journal. 1989;117(6):1288-98.
23. Vince V, Brelen M, Delbeke J, Colin I. Anti-TNF-a reduces the inflammatory reaction associated with cuff electrode implantation around the sciatic nerve. Journal of Neuroimmunology. 2005;165(1-2):121-8.
24 Gunter C, Delbeke J, Ortiz-Catalan M. Safety of long-term electrical peripheral nerve stimulation: review of the state of the art. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2019;16(13). DOI: 10.1186/s12984-018-0474-8.
25. Christie BP, Freeberg M, Memberg WD. et al. Long-term stability of stimulating spiral nerve cuff electrodes on human peripheral nerves. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. 2017;14(70). DOI: 10.1186/s12984-017-0285-3.
26. RijnbeekE.H.,EleveldN.,OlthuisW.UpdateonPeripheral Nerve Electrodes for Closed-Loop Neuroprosthetics. Frontiers in Neuroscience. 2018;12(350). DOI: 10.3389/fnins.2018.00350.

Рукопись поступила / Received: 12.02.2020
Принята в печать / Accepted for publication: 05.03.2021

Авторы

Щербина Константин Константинович – доктор медицинских наук, директор Института протезирования и ортезирования ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская улица, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация. E-mail: shcherbina180@mail.ru

Головин Михаил Андреевич – магистр по специальности «Техническая физика», руководитель отдела инновационных технологий технических средств реабилитации Института протезирования и ортезирования ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская улица, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация. E-mail: golovin@center-albreht.ru

Владимирова Ольга Александровна – врач по специальности «Лечебное дело», администратор отдела инновационных технологий технических средств реабилитации Института протезирования и ортезирования ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Бестужевская улица, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация

Authors

Konstantin K. Shcherbina, Grand PhD in Medical sciences (Dr. Med. Sci), Director of the Institute of Prosthetics and Orthotics of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: shcherbina180@mail.ru

Mihail A. Golovin, Master of Applied Physics, Head of the Department of the Institute of Prosthetics and Orthotics of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation. E-mail: golovin@center-albreht.ru

Olga A. Vladimirova, MD of General Medicine, administrator of the Institute of Prosthetics and Orthotics of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation.

УДК 615.477.1 *DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-72-82*

ПРОБЛЕМА НОРМАТИВНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ОБРАЩЕНИЯ ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ ОБУВИ

Голубева Ю.Б. [1], Горелова И.К. [1], Галаудина В.В. [1], Гиниятуллов Д.Р. [2]

[1] *Федеральный научный центр реабилитации инвалидов им. Г.А. Альбрехта, ул. Бестужевская, дом 50, Санкт-Петербург, 195067, Российская Федерация*

[2] *Московское протезно-ортопедическое предприятие, Коровинское шоссе, д. 17а, Москва, 125412, Российская Федерация*

Резюме

Введение. Несогласованность и разночтение основных понятий, терминологии, принципов классификации в нормативных правовых документах приводит к неправильной идентификации ортопедической обуви и, как следствие, к неконтролируемому обращению продукции на рынке, серьезным ошибкам при составлении технического задания к госконтракту, претензиям потребителей к качеству.

Цель. Проанализировать основные нормативные правовые документы в области регулирования обращения ортопедической обуви. Определить полноту и однозначность классификационных признаков и характеристик ортопедической обуви в действующих нормативных правовых документах и дать предложения по их актуализации.

Материалы и методы. Изучены и проанализированы действующие нормативные правовые документы федерального уровня, регулирующие обращение ортопедической обуви, национальные стандарты, общероссийские классификаторы. При выполнении работы применены аналитический, комплексный и системный методы.

Результаты и обсуждение. Выполненный анализ классификации технических средств реабилитации показал, что описание видов технических средств реабилитации не содержит сведений о технических характеристиках и способах изготовления конкретного изделия (серийное или по заказу с индивидуальными параметрами изготовления). В классификаторе ОК 034 (ОКПД 2) отсутствует такой классификационный признак, как «материалы», который был в предыдущем классификаторе продукции ОК 005, а материалы составляют 70 % себестоимости обуви, поэтому производители, использующие более дешевые материалы, имеют конкурентное преимущество. Термин «протезирование и ортезирование» трактуется не как услуга, а как «направление реабилитации» в Федеральном законе от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» или как «реабилитационное мероприятие» в Федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, код которой в документах, определяющих ценовую политику, не указан. Выявленное несовершенство нормативных документов вынуждает изготовителей при выполнении различных процедур, связанных с производством и обращением технических средств реабилитации, присваивать услуге по протезированию и ортезированию недостоверные коды по ОК 034 (ОКПД 2). Отсутствие единообразного и однозначного подхода к идентификации ортопедической обуви в различных нормативных документах и отсутствие в них услуги, подлежащей финансированию, приводит к неэффективному использованию бюджетных средств в рамках государственных закупок, к нарушению прав потребителей в части предоставления достоверной информации, увеличению риска причинения вреда от неправильного применения медицинского изделия (ортопедической обуви).

Заключение. В действующих нормативных правовых документах не учитываются количественные и качественные характеристики ортопедической обуви, а применены различные уровни классификации ортопедической обуви, не выделены общие классификационные признаки для описания продукции, используется различная терминология. Разночтения, несогласованность и даже противоречивость приведенных в нормативных правовых документах данных (терминов, понятий, кодирования, классификационных характеристик) вносят недопонимание в части обеспечения правильной идентификации ортопедической обуви и обуславливают необходимость актуализации сведений, изложенных в нормативных документах.

Ключевые слова: реабилитация, ортопедическая обувь, идентификация, нормативные правовые акты, нормативные документы по стандартизации.

Голубева Ю.Б., Горелова И.К., Галаудина В.В., Гиниятулов Д.Р. Проблема нормативного правового регулирования обращения ортопедической обуви // Физическая и реабилитационная медицина. – 2021. – Т. 3. – № 1. – С. 72-82. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-72-82.

Golubeva YuB, Gorelova IK, Galaudina VV, Giniyatullov DR. Problema normativnogo pravovogo regulirovaniya obrashcheniya ortopedicheskoj obuvi [The Problem of Normative Legal Regulation of Orthopedic Footwear Circulation]. Fizicheskaya i reabilitacionnaya medicina [*Physical and Rehabilitation Medicine*]; 2021;3(1):72-82. DOI: 10.26211/2658-4522-2021-3-1-72-82 (In Russian).

Голубева Юлия Борисовна / Yuliya B. Golubeva; e-mail: 812golub@mail.ru

THE PROBLEM OF NORMATIVE LEGAL REGULATION OF ORTHOPEDIC FOOTWEAR CIRCULATION

Golubeva Yu. B. [1], Gorelova I. K. [1], Galaudina V. V. [1], Giniyatullov D. R. [2]

[1] *Albrecht Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation*

[2] *Moscow prosthetic and orthopedic enterprise, 17A Korovinskoe shosse, Moscow, 125412, Russian Federation*

Abstract

Introduction. Inconsistency and misinterpretation of basic concepts, terminology, and classification principles in regulatory legal documents leads to incorrect identification of orthopedic shoes and, as a result, uncontrolled circulation of products on the market, serious errors in the preparation of technical specifications for the state contract, and consumer complaints about quality.

Aim. The aim is to analyze the main regulatory legal documents in the field of regulating the circulation of orthopedic shoes, to determine the completeness and unambiguity of classification features and characteristics of orthopedic shoes in existing regulatory documents and to make suggestions for their updating.

Materials and methods. We have studied and analyzed the current regulatory legal documents of the federal level regulating the circulation of orthopedic shoes, national standards, and all-Russian classifiers. Analytical, complex and system methods are used in the performance of the work.

Results and discussion. The analysis of the classification of the technical means of rehabilitation showed that the description of the types of technical means of rehabilitation does not contain information about the technical characteristics and methods of manufacturing a specific product (serial or custom-made with individual manufacturing parameters). In the All-Russian Product Classifier 034 (All-Russia Classifier of Products in Accordance with Types of Economic Activity – OKPD 2) there is no such classification feature as "materials", which was in the previous product classifier All-Russian Product Classifier 005, and materials make up 70 % of the cost of shoes, so manufacturers using cheaper materials have a competitive advantage. The term «prosthetics and orthotics» is not interpreted as a service, but as a «direction of rehabilitation» in Federal Law 181-FZ or as a «rehabilitation event» in the Federal List of Rehabilitation Measures, Technical Means of Rehabilitation and Services Provided to a Disabled Person, the code of which is not specified in the documents defining the pricing policy. The revealed imperfection of regulatory documents forces manufacturers to assign incorrect codes for prosthetics and orthotics to All-Russian Product Classifier 034 (OKPD 2) when performing various procedures related to the production and handling of technical means of rehabilitation. The lack of a uniform and unambiguous approach to the identification of orthopedic shoes in various regulatory documents and the absence of a service to be financed in them leads to inefficient use of budget funds in public procurement, to violation of consumer rights in terms of providing reliable information, and to an increase in the risk of harm from improper use of a medical device (orthopedic shoes).

Conclusion. The current regulatory documents do not take into account the quantitative and qualitative characteristics of orthopedic shoes, but apply different levels of classification of orthopedic shoes, do not identify common classification features for describing products, and use different terminology. Discrepancies, the inconsistency and even contradictory in the data provided in regulatory legal documents (terms, concepts, coding, classification characteristics) introduces misunderstandings in terms of ensuring the correct identification of orthopedic shoes and shows the need to update the information set out in regulatory documents.

Keywords: rehabilitation, orthopedic footwear, identification, normative legal acts, normative documents on standardization

Введение / Introduction

Эпиграфом данной статьи могла бы служить выдержка из Пояснений к единой Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС), утвержденной решением Совета Евразийской экономической комиссии от 16 июля 2012 года № 54, в которой код 9021 «Приспособления ортопедические…» имеет следующее определение: «(06) Ортопедическая обувь и специальные стельки, изготовленные для коррекции ортопедических состояний, при условии, что они или (1) изготовлены по меркам на заказ, или (2) массового производства, представленные одним предметом, а не парами, и разработаны так, чтобы одинаково подходить для любой ноги».

Данная фраза означает, что вся представленная на рынке обувь может считаться ортопедической, так как она производится или «по меркам на заказ» или может быть «массового производства» (другого не предполагается). Также следует отметить, что не существует обуви, тем более ортопедической, одинаково подходящей для «любой ноги». Известно, что ортопедическая обувь, как правило, выпускается парами и, в соответствии с принятой технологией, выкраивается одновременно из одной партии материалов, например из

кожи, выработанной из шкуры одного животного. Исключение составляет только обувь, предназначенная для инвалидов с односторонней ампутацией нижней конечности, которые не пользуются протезом или пользуются протезом без искусственной стопы.

В связи с вышеизложенным следует отметить, что неправильная идентификация ортопедической обуви может привести к негативным последствиям:

– неконтролируемому обращению (допуску) обуви на рынке;

– серьезным ошибкам при составлении технического задания к государственному контракту;

– претензиям потребителей к качеству ортопедической обуви;

– искам в судебные инстанции;

– неправильному расчету и применению пошлин.

Материалы и методы / Materials and methods

Проведены исследования 15 нормативных правовых документов федерального уровня, нормативных документов по стандартизации (табл. 1).

При выполнении работы применены аналитический, комплексный и системный методы.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Анализ действующих нормативных правовых документов, регулирующих обращение ортопедической обуви, национальных стандартов, общероссийских классификаторов [1] документов выявил разночтение, несогласованность и даже противоречивость приведенных в них данных – терминов, понятий, кодирования, классификационных характеристик – в части обеспечения правильной идентификации ортопедической обуви.

Таблица 1 / Table 1

Перечень документов, проанализированных в статье / List of documents analyzed in the article

Обозначение / Designation	Наименование / Name	Статус / Status
Федеральный закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ / the federal law from 24.11.1995 № 181-FL	О социальной защите инвалидов в Российской Федерации	Действует
Конвенция ООН / UN convention	О правах инвалидов	Действует
Приказ Минтруда России от 13.02.2018 № 86н / Order of the Ministry of Labor of Russia of 13.02.2018 No. 86n	Об утверждении классификации технических средств реабилитации (изделий) в рамках Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду	Действует
Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.12.2005 № 2347-р / Order of the Government of the Russian Federation of December 30, 2005 No. 2347-r	Об утверждении Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду	Действует
КТРУ	Каталог товаров, работ и услуг (КТРУ), утвержденный постановлением Правительства РФ от 08.02.2017 № 145 (ред. от 27.12.2019)	Действует
Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ / Federal Law of November 21, 2011 No. 323-FL	Об охране здоровья граждан в Российской Федерации	Действует

Окончание таблицы 1 / End of table 1

Обозначение / Designation	Наименование / Name	Статус / Status
Приказ от 11.03.2019 № 144н / Order of 11.03.2019 No. 144n	Об утверждении типового контракта на поставку отдельных видов технических средств реабилитации серийного производства, не требующих индивидуального изготовления, предусмотренных Федеральным перечнем реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, и информационной карты типового контракта на поставку отдельных видов технических средств реабилитации серийного производства, не требующих индивидуального изготовления, предусмотренных Федеральным перечнем реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду	Действует
Постановление Правительства РФ от 01.12.2009 № 982 / Resolution of the Government of the Russian Federation dated 01.12.2009 No. 982	Единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации и единый перечень продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии	В редакции от 15.01.2020
ТН ВЭД ЕАЭС / TN VED EAEU	Товарная номенклатура внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза	Действует
ГОСТ Р ИСО 9999-2019 / GOST R ISO 9999-2019	Вспомогательные средства для людей с ограничениями жизнедеятельности. Классификация и терминология	Дата введения: 01.04.2020
ОК 005-93 / OK 005-93	Общероссийский классификатор продукции	Не действует с 01.01.2017
ОК 034 – 2014 (ОКПД 2) / OK 034 – 2014 (OKПД 2)	Общероссийский классификатор продукции по видам экономической деятельности	Действует
ГОСТ Р 51293-99 / GOST R 51293-99	Идентификация продукции. Общие положения	Действует
ГОСТ Р 55638-2013 / GOST R 55638-2013	Услуги по изготовлению ортопедической обуви. Требования безопасности	Действует
ГОСТ Р 56541-2015 / GOST R 56541-2015	Оценка соответствия. Общие правила идентификации продукции для целей оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза	Действует

Термин «идентификация продукции», в соответствии с национальным стандартом ГОСТ Р 51293–99 «Идентификация продукции. Общие положения», имеет следующее определение: «установление соответствия конкретной продукции образцу и (или) ее описанию», которое в свою очередь, в соответствии с ГОСТ Р 56541–2015 «Оценка соответствия. Общие правила идентификации продукции для целей оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза», представляет собой «набор признаков, параметров, показателей и требований, характеризующих продукцию, установленных в соответствующих документах».

Необходимость идентификации ортопедической обуви, в том числе импортного производства, для выполнения процедур подтверждения соответствия, а также обращения, реализации на территории Таможенного союза и России представлена на рисунке 1.

Рисунок 1. Применяемость идентификации ортопедической обуви
Figure 1. Applicability of orthopedic footwear identification

Идентифицировать обувь необходимо по параметрам, признакам, конкретным медицинским и техническим требованиям, требованиям безопасности, указанным в соответствующей нормативной документации.

В настоящее время в РФ нормативное правовое регулирование обеспечения инвалидов техническими средствами реабилитации (ТСР) приведено в соответствие со ст. 20 «Индивидуальная мобильность» Конвенции о правах инвалидов, которая декларирует, что государства-участники принимают эффективные меры по:

– содействию в обеспечении инвалидов качественными ТСР (п. b.), избранными ими способами, в выбранное время и доступными по цене (п. a.);

– побуждению производителей к повышению функциональности выпускаемых изделий (п. d).

Право инвалида на обеспечение ТСР гарантировано Федеральным законом от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации». Ортопедическая обувь упоминается в данном Законе в числе ТСР, но без уточнения признаков.

Номенклатура ТСР, выдаваемых инвалиду, определена приказом Минтруда России от 13.02.2018 № 86н «Об утверждении классификации технических средств реабилитации (изделий) в рамках Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду», утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.12.2005 № 2347-р. В указанную классификацию ТСР (изделий) (далее – классификация) включены практически все изделия, способствующие компенсации ограничения жизнедеятельности инвалидов, обеспечения их способности к передвижению и самообслуживанию. Однако в классификации заявлены только три классификационных уровня без описания технических характеристик. Так, например, номер вида ТСР 9-01-01 «Ортопедическая обувь сложная без утепленной подкладки (пара)», где: 9 – первый классификационный уровень, характеризующий соответствие медицинскому назначению в зависимости от выраженности деформации (сложная, малосложная, на сохраненную конечность, на протез, на аппарат); 01 – второй классификационный уровень, характеризующий сезонное назначение обуви (на утепленной подкладке, без утепленной подкладки); 01 – третий классификационный уровень, характеризующий комплектность обуви в паре.

Выполненный анализ классификации показал, что описание видов ТСР не содержит сведений о технических характеристиках и способах изготовления конкретного изделия (серийное или по заказу с индивидуальными параметрами изготовления).

Другим инструментом идентификации продукции является определение принадлежности продукции к конкретной группе продукции в соответствии с «Общероссийским классификатором продукции по видам экономической деятельности» ОК 034 – 2014 (ОКПД 2), в котором ортопедическая обувь относится к классу 32 «Готовые изделия прочие», подклассу 32.50 «Инструменты и оборудование медицинское» и представлена следующими кодами:

– 32.50.22.150 – Обувь ортопедическая и стельки ортопедические;

– 32.50.22.151 – Обувь ортопедическая для взрослых;

– 32.50.22.152 – Обувь ортопедическая для детей.

На основе ОК 034 (ОКПД 2) сформирован «Каталог товаров, работ и услуг» (КТРУ), утвержденный постановлением Правительства РФ от 08.02.2017 № 145 (ред. от 27.12.2019) «Об утверждении Правил формирования и ведения в единой информационной системе в сфере закупок каталога товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд и Правил использования каталога товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Данный нормативный документ, обязательный к применению при описании объекта закупки и заключении государственных контрактов по Федеральному закону от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», содержит дополненные

позициями коды ОКПД 2 и изложенные в следующей редакции:

– 32.50.22.150-00000006 – Обувь ортопедическая, изготовленная индивидуально, пара (2 шт.);

– 32.50.22.150-00000007 – Обувь ортопедическая, готовая, пара (2 шт.);

– 32.50.22.150-00000008 – Ортопедическая обувь малосложная на утепленной подкладке, пара (2 шт.);

– 32.50.22.150-00000009 – Ортопедическая обувь малосложная без утепленной подкладки, пара (2 шт.);

– 32.50.22.150-00000013 – Обувь ортопедическая, адаптированная, пара (2 шт.).

Метод классификации в этом документе, в части ортопедической обуви, основан на делении по видам продукции и половозрастному признаку, при этом деление по видам ни коим образом не согласуется с действующими нормативными документами, например: введены новые термины без определения понятий «Обувь ортопедическая, готовая»; «Обувь ортопедическая, адаптированная»; включена позиция «Ортопедическая обувь малосложная», а позиция «Ортопедическая обувь сложная» отсутствует.

Разрешение на использование медицинского изделия (ТСР) регламентируется государством и осуществляется посредством процедуры регистрации медицинских изделий, которая распространяется только на изделия, изготавливаемые серийно в соответствии со ст. 38 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об охране здоровья граждан в Российской Федерации».

ТСР подлежат обязательному декларированию, так как они включены в единый перечень продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единый перечень продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии, утвержденные постановлением Правительства РФ от 01.12.2009 № 982 (ред. от 15.01.2020), которые составлены в соответствии с Общероссийским классификатором продукции ОК 005-93 (утратил силу с 01.01.2017 в связи с введением в действие ОК 034 (ОКПД 2).

Следует обратить внимание на то, что в настоящее время указанные перечни не актуализированы относительно действующего классификатора ОК 034 (ОКПД 2), также постановлением Правительства РФ от 18.06.2012 № 596 из перечней исключена ортопедическая обувь.

Следовательно, выпуск в обращение ортопедической обуви носит декларативный характер и осуществляется беспрепятственно, то есть производитель заявляет о соответствии своей продукции требованиям безопасности, подтверждая это самостоятельно собранной доказательной базой и регистрируя декларацию в органе по сертификации. Ответственность за соблюдение заявленных требований к продукции возложена на производителя.

Обращает на себя внимание тот факт, что в ОК 034 (ОКПД2) нет такого классификационного признака как «материалы», который был в предыдущем классификаторе продукции ОК 005 класс 8820 «Обувь хромовая», а материалы, как известно, составляют 70 % себестоимости обуви, поэтому производители, использующие более дешевые материалы, имеют конкурентное преимущество.

Другим немаловажным аспектом является отсутствие в классификаторе ОК 034 (ОКПД 2) кода «услуги по протезированию и ортезированию», при наличии всевозможных медицинских и реабилитационных услуг, представленных в разделе Q «Услуги в области здравоохранения и социальные услуги». Кроме того, данная услуга в Федеральном законе от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в Российской Федерации» указана как «направление реабилитации и абилитации», а в Федеральном перечне реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду, как реабилитационные «мероприятия». Выявленное несовершенство нормативных документов вынуждает изготовителей при выполнении различных процедур, связанных с производством и обращением ТСР, присваивать услуге по протезированию и ортезированию недостоверные коды по ОК 034 (ОКПД 2).

В соответствии с ГОСТ Р ИСО 9999-2019 «Вспомогательные средства для людей с ограничениями жизнедеятельности. Классификация и терминология» (дата введения: 01.04.2020) ортопедическая обувь обозначена под кодом 06 12 03 и включена в класс «Ортезы на нижние конечности», которые, по приведенному определению, могут быть «…изготовлены по индивидуальному заказу конкретного пользователя или заводским способом…», то есть в данном стандарте ТСР классифицируются по видам изделий, степени выраженности и уровню дефекта или деформации опорно-двигательной системы инвалида, а также по способу изготовления.

Де-факто способ изготовления ТСР и ортопедической обуви, в частности, входит в сферу интересов Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации, которое приказом от 11.03.2019 № 144н «Об утверждении типового контракта на поставку отдельных видов технических средств реабилитации серийного производства, не требующих индивидуального изготовления, предусмотренных Федеральным перечнем реабилитационных мероприятий, технических средств

реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду и информационной карты типового контракта на поставку отдельных видов технических средств реабилитации серийного производства, не требующих индивидуального изготовления, предусмотренных Федеральным перечнем реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду», подтвердило дифференцированный подход к предъявлению требований к изделиям, изготовленным по заказу или серийно.

Результаты сравнительного анализа терминологии и уровней классификации ортопедической обуви в различных нормативных документах представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, в нормативных правовых документах применены различные уровни классификации ортопедической обуви, не выделены общие классификационные признаки для описания продукции, используется различная терминология. Разночтения и несогласованность вышеуказанных документов вносит недопонимание и отрицательно влияет на процесс государственных закупок [2]. Так, при разработке технического задания к государственному контракту, заключаемому по Закону № 44-ФЗ, каждый из классификационных признаков, обозначающий сложность конструкции, способ изготовления, применяемые материалы формирует себестоимость продукции – ортопедической обуви (таблица 3).

Таблица 2 / Table 2

Терминология и классификационные признаки ортопедической обуви в различных нормативных документах / Terminology and classification features of orthopedic footwear in various regulatory documents

Нормативный документ / Normative document	Наименование объекта (продукция) / Name of the object (product)	Классификационные признаки / Classification criteria	Сфера действия / Scope of action
Закон от 24.11.1995 № 181-ФЗ «О социальной защите инвалидов в РФ» / The law of 24.11.1995 No. 181-FZ “On Social Protection of Disabled People in the Russian Federation”	Ортопедическая обувь	Техническое средство реабилитации	Россия
Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об охране здоровья граждан в Российской Федерации» / Federal Law No. 323-FZ of 21.11.2011 “On the protection of the Health of citizens in the Russian Federation”	Медицинские изделия «…изготовлены по индивидуальным заказам пациентов, к которым предъявляются специальные требования по назначению медицинских работников и которые предназначены исключительно для личного использования конкретным пациентом»	Способ производства (индивидуальное изготовление)	Россия
Распоряжение Правительства РФ от 30.12.2005 № 2347-р «Об утверждении Федерального перечня реабилитационных мероприятий, ТСР и услуг, предоставляемых инвалиду» / Order of the Government of the Russian Federation from 30.12.2005 No. 2347-r “On Approval of the Federal List of Rehabilitation Measures, TSR and Services Provided to the Disabled Person”	Ортопедическая обувь	—	Россия

Окончание таблицы 2 / End of table 2

Нормативный документ / Normative document	Наименование объекта (продукция) / Name of the object (product)	Классификационные признаки / Classification criteria	Сфера действия / Scope of action
Приказ Минтруда России от 13.02.2018 № 86н «Об утверждении классификации технических средств реабилитации (изделий) в рамках Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду» / Order of the Ministry of Labor of the Russian Federation No. 86n of 13.02.2018 "On Approval of the Classification of Technical Means of Rehabilitation (Products) within the Federal List of Rehabilitation Measures, Technical Means of Rehabilitation and Services Provided to the Disabled Person"	Ортопедическая обувь сложная без утепленной подкладки; Ортопедическая обувь сложная на утепленной подкладке; Ортопедическая обувь малосложная без утепленной подкладки; Ортопедическая обувь малосложная на утепленной подкладке; Обувь на сохраненную конечность, на протез, на аппарат	Функциональное назначение (сложная, малосложная); сезонное назначение; комплектность поставки	Россия
Каталог товаров, работ и услуг (КТРУ), утвержден постановлением Правительства РФ от 08.02.2017 № 145 (ред. от 27.12.2019) «Об утверждении Правил формирования и ведения в единой информационной системе в сфере закупок каталога товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд и Правил использования каталога товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» / Catalog of goods, works and services (CTRU), approved by RF Government decree from 08.02.2017 No. 145 (as amended on 27.12.2019) "On approval of Rules of forming and maintaining the unified information system in the sphere of purchases of the catalog of goods, works, services for state and municipal needs and usage patterns of the catalog of goods, works, services for state and municipal needs"	Обувь ортопедическая, изготовленная индивидуально, пара (2 шт.); Обувь ортопедическая, готовая, пара (2 шт.); Ортопедическая обувь малосложная на утепленной подкладке, пара (2 шт.); Ортопедическая обувь малосложная без утепленной подкладки, пара (2 шт.); Обувь ортопедическая, адаптированная, пара (2 шт)	Способ производства; сезонное назначение; функциональное назначение	Россия
Пояснения к единой Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза (ТН ВЭД ЕАЭС) / Explanations to the Unified Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity of the Eurasian Economic Union (FEA EAEU))	Ортопедическая обувь: «…изготовлены по меркам на заказ, или (2) массового производства, представленные одним предметом, а не парами, и разработаны так, чтобы одинаково подходить для любой ноги»	Способ производства; комплектность; функциональное назначение	Основана на гармонизированной системе ВТО
ГОСТ Р ИСО 9999-2019 «Вспомогательные средства для людей с ограничениями жизнедеятельности. Классификация и терминология» / GOST R ISO 9999-2019 "Auxiliary means for people with disabilities. Classification and terminology"	«Ортез на голеностопный сустав», в т.ч. «Ортопедическая обувь»	Способ производства; функциональное назначение	Идентичен международному стандарту ИСО 9999:2016

Таблица 3 / Table 3

Основные классификационные признаки, влияющие на технико-экономические показатели ортопедической обуви / Main classification features that affect the technical and economic indicators of orthopedic shoes

Наименование объекта (продукции) / Name of the object (product)	Способ производства / Production method	Конструктивные и технологические особенности / Design and technological features	Состав услуги*) по изготовлению ортопедической обуви по ГОСТ Р 55638 / Composition of the service*) for the production of orthopedic shoes according to State All-Russian Standard R 55638	Увеличение / Increase, %	
				Материалы / Materials	Трудозатраты / Labor costs
Обувь стандартная / Standard shoes	Механический	Стандартная колодка	—	100	100
Ортопедическая обувь малосложная / Orthopedic shoes of little complexity	Механический, ручной	Одна специальная деталь, колодка обувная ортопедическая	Осмотр потребителя; выбор конструкции ортопедической обуви; подбор готовой ортопедической обуви из типоразмерного ряда; контроль качества и выдача ортопедической обуви с оценкой ее функциональных свойств	110	150–250
Ортопедическая обувь сложная / Orthopedic shoes are difficult	Ручной	Две и более специальных деталей, колодка обувная ортопедическая индивидуализированная	Осмотр потребителя; выбор конструкции ортопедической обуви; определение параметров специальных ортопедических деталей и выбор материалов для их изготовления; подбор и подгонка колодки; изготовление ортопедической обуви, включая примерки; контроль качества и выдача ортопедической обуви с оценкой ее функциональных свойств	120	250–400
Ортопедическая обувь особо сложная / Orthopedic shoes are particularly difficult	Ручной	Две и более специальных деталей, колодка индивидуальная, полученная на основе прототипа (слепка, скана) стопы	Осмотр потребителя; выбор конструкции ортопедической обуви; определение параметров специальных ортопедических деталей и выбор материалов для их изготовления; определение параметров или получение исходных данных для математической модели (сканирование) стопы и голени потребителя; изготовление ортопедической обуви, включая примерки; контроль качества и выдача ортопедической обуви с оценкой ее функциональных свойств	150	400–600

Как видно из таблицы 3, себестоимость ортопедической обуви зависит от качественных и количественных характеристик, а также услуги по ее изготовлению. Состав и содержание данной услуги определен только стандартом ГОСТ Р 55638-2013 «Услуги по изготовлению ортопедической обуви. Требования безопасности». Подтверждением этой зависимости являются методы расчета калькуляции на изготовление ортопедической обуви, применяемые в настоящее время на производстве, в частности ФГУП «Московское протезно-ортопедическое предприятие» Минтруда России:

– нормативный метод – для обуви, изготавливаемой на подбор для реализации в торговой сети;

– позаказный метод – для обуви с индивидуальными параметрами изготовления.

Проведенный анализ выявил, что в действующих нормативных правовых документах не учитываются количественные и качественные характеристики ортопедической обуви, а термин «протезирование и ортезирование» трактуется не как услуга, а как «направление» или «мероприятие», который в документах, определяющих ценовую политику, не указан. Отсутствие единообразного и однозначного подхода к идентификации ортопедической обуви в различных нормативных документах и отсутствие в них услуги, подлежащей финансированию, приводит к неэффективному использованию бюджетных средств в рамках государственных закупок, к нарушению прав потребителей в части предоставления достоверной информации, увеличению риска причинения вреда от неправильного применения медицинского изделия (ортопедической обуви).

Считаем целесообразным:

– исключить «протезирование и ортезирование» из раздела «Реабилитационные мероприятия» Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду;

– включить «протезирование и ортезирование» в раздел «Услуги» Федерального перечня реабилитационных мероприятий, технических средств реабилитации и услуг, предоставляемых инвалиду.

Заключение / Conclusion

Анализ нормативно-правового регулирования в сфере обращения ортопедической обуви показал необходимость актуализации и систематизации терминов, понятий, кодирования, классификационных характеристик в части обеспечения правильной идентификации продукции, а также рассмотрения возможности включения «услуги по протезированию и ортезированию» в исследованные нормативные правовые документы и классификаторы.

Этика публикации / Publication ethics. Представленная статья ранее опубликована не была; все заимствования корректны.

Конфликт интересов / Conflict of interest. Информация о конфликте интересов отсутствует.

Источник финансирования / Source of financing. Финансирование статьи за счет средств ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России.

Литература

1. Свинцов А.А., Голубева Ю.Б., Галаудина В.В. Стандартизация и техническое регулирование в реабилитации // В книге: Реабилитация инвалидов национальное руководство. Сер. «Национальные руководства» под редакцией Г.Н. Пономаренко. Москва, 2018. С. 145-153.
2. Пономаренко Г.Н., Щербина К.К., Голубева Ю.Б., Галаудина В.В. О качестве протезно-ортопедических изделий // Стандарты и качество. 2020. № 2. С. 94-99.

References

1. Svintsov AA, Golubeva YB, Galaudina VV. Standartizaciya i tekhnicheskoe regulirovanie v reabilitacii [Standardization and technical regulation in rehabilitation / V knige: Reabilitaciya invalidov nacional'noe rukovodstvo. Ser. «Nacional'nye rukovodstva\» pod redakciej GN Ponomarenko]. In the book: Rehabilitation of disabled people national guidelines. Ser. «National guidelines» edited by GN Ponomarenko. Moscow, 2018:145-53 (In Russian).
2. Ponomarenko GN, Shcherbina KK, Golubeva YB, Galaudina VV O kachestve protezno-ortopedicheskih izdelij // Standarty i kachestvo. [About the quality of prosthetic and orthopedic products]. Standards and quality. 2020;2:94-9. (In Russian).

Рукопись поступила / Received: 07.02.2020
Принята в печать / Accepted for publication: 05.03.2021

Авторы

Голубева Юлия Борисовна – руководитель отдела ортопедической обуви и специальной одежды для инвалидов Института протезирования и ортезирования ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская д. 50. E-mail: 812golub@mail.ru

Горелова Ирина Константиновна – старший научный сотрудник отдела ортопедической обуви и специальной одежды для инвалидов Института протезирования и ортезирования ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская д. 50. E-mail: 812gorelova@mail.ru

Галаудина Валентина Вениаминовна – руководитель отдела стандартизации и метрологии (Центр экспертной оценки протезно-ортопедических изделий) Института протезирования и ортезирования, ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Российская Федерация, 195067, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская д. 50. E-mail: 812galaudina@mail.ru

Гиниятуллов Джамиль Расыхович канд. экон. наук – заместитель руководителя Технического Департамента по направлению «ортопедия» ФГУП «Московское ПрОП» Минтруда России, Российская Федерация, 125412, Москва, Коровинское шоссе, д. 17а. E-mail:info@mprop.ru

Authors

Yulia B. Golubeva, Head of the Department of orthopedic footwear and special clothing for the disabled of Institute of Prosthetics and Orthotics of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: 812golub@mail.ru

Irina K. Gorelova, senior researcher of the Department of orthopedic shoes and special clothing for the disabled of Institute of Prosthetics and Orthotics of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: 812gorelova@mail.ru

Valentina V. Galaudina, Head of Standardization and Metrology Department (Center for Expert Evaluation of Prosthetic and Orthopedic Products) of the Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 Saint-Petersburg, Russian Federation. E-mail: 812galaudina@mail.ru

Jamil R. Giniyatullov, candidate. Econ. Sciences, Deputy head Of the technical Department for orthopedics of the “Moscow prosthetic and orthopedic enterprise” Federal state unitary enterprise, Ministry of labor of the Russian Federation, 17A Korovinskoe shosse, Moscow, 125412, Russian Federation. E-mail:info@mprop.ru

Информация об образовательной деятельности ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России по программам повышения квалификации специалистов в рамках дополнительного профессионального образования в сфере комплексной реабилитации инвалидов и абилитации детей-инвалидов, протезирования и ортезирования на 2021 г.

ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России (далее – Центр) является единственным научным центром, который сотрудничает со всеми регионами Российской Федерации в области реабилитации и абилитации инвалидов, протезирования и ортезирования.

Центр осуществляет мониторинг системы комплексной реабилитации и абилитации инвалидов (детей-инвалидов), включая раннюю помощь и сопровождаемое проживание. По результатам мониторинга данной системы Центр готовит предложения по ее совершенствованию и выступает с докладами на профильных мероприятиях, а также осуществляет образовательную деятельность по программам повышения квалификации специалистов в рамках дополнительного профессионального образования в сфере комплексной реабилитации инвалидов и абилитации детей-инвалидов, протезирования и ортезирования.

Преподаватели Центра являются экспертами ВОЗ, ООН, ЮНИСЕФ и обладают практическими знаниями в области реабилитации инвалидов и детей-инвалидов. Центр ведет постоянный мониторинг изменений в законодательных и нормативных актах и в соответствии с ними вносит коррективы в образовательные программы, что позволяет слушателям после обучения обладать самой актуальной информацией.

Кроме этого, Центр проводит опытно-конструкторские и опытно-технологические работы, медико-биологические исследования по созданию новых протезно-ортопедических изделий и технических средств реабилитации, в том числе их модулей, систем управления, систем приводов и исполнительных устройств, а также технических средств оценки реабилитационного эффекта.

При формировании содержания дополнительных образовательных программ, которые позволяют повышать квалификацию все большему ко-

Information about the educational activities of the Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled n. a. G.A. Albrecht” of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation on advanced training programs for specialists in the framework of additional professional education in the field of complex rehabilitation of disabled people and habilitation of disabled children, prosthetics and orthoses for 2021

Federal State Budgetary Institution “Federal Scientific Centre of Rehabilitation of the Disabled n. a. G.A. Albrecht” of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation (hereinafter referred to as the Center) is the only scientific center that co-operates with all regions of the Russian Federation in the field of rehabilitation and habilitation of disabled people, prosthetics and orthotics.

The Center monitors the system of comprehensive rehabilitation and habilitation of disabled people (disabled children), including early care and assisted living. Based on the results of monitoring this system, the Center prepares proposals for its improvement and makes presentations at specialized events, as well as carries out educational activities on professional development programs within the framework of additional professional education in the field of comprehensive rehabilitation of disabled people and habilitation of disabled children, prosthetics and orthoses.

The teachers of the Center are experts of WHO, UN, UNICEF and have practical knowledge in the field of rehabilitation of disabled people and children with disabilities. The Center constantly monitors changes in laws and regulations and makes adjustments to educational programs in accordance with them, which allows students to have the most up-to-date information after training.

In addition, the Center conducts research and development and experimental-technological work, medical and biological research on the creation of new prosthetic and orthopedic products and technical means of rehabilitation, including their modules, control systems, drive systems and actuators, as well as technical means of assessing the rehabilitation effect.

The most up-to-date information is used in the formation of the content of additional educational programs that allow an increasing number of

личеству слушателей из разных регионов России, используется самая актуальная информация.

Программы повышения квалификации (далее – программы) направлены на совершенствование и (или) получение новых компетенций, необходимых в профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации, обновление теоретических и практических знаний, совершенствование умений и навыков специалистов в связи с новыми требованиями к их профессиональному уровню.

Программы построены таким образом, что их можно рекомендовать как специалистам со стажем, так и начинающим специалистам для получения новых знаний, умений и навыков. Кроме того, в рамках корпоративного заказа может быть реализован индивидуальный образовательный проект (семинар).

Группы формируются в течение всего года. Начало обучения – по мере комплектования групп.

Специалистам, успешно освоившим соответствующую программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

Контакты:
e-mail: umo@center-albreht.ru
тел. (812) 544 16 47; (812) 544 06 92

students from different regions of Russia to improve their skills.

Professional development programs (hereinafter referred to as programs) are aimed at improving and (or) obtaining new competencies necessary in professional activity, and (or) improving the professional level within the existing qualifications, updating theoretical and practical knowledge, improving the skills of specialists in connection with new requirements for their professional level.

The programs are designed in such a way that they can be recommended to both experienced specialists and novice specialists to gain new knowledge, skills and abilities. In addition, an individual educational project (seminar) can be implemented as part of a corporate order.

Groups are formed throughout the year. Training starts as the groups are completed.

Specialists who have successfully mastered the relevant professional development program and passed the final certification are issued certificates of professional development of the established sample.

Contacts:
e-mail: umo@center-albreht.ru
phone: (812) 544 16 47; (812) 544 06 92

Перечень дополнительных профессиональных программ повышения квалификации

№ п/п	Наименование дополнительных профессиональных программ повышения квалификации	Форма обучения	Объем (час)	Контингент обучающихся
1	Основы оказания первой помощи	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	18/36	Специалисты с высшим и средним медицинским образованием
2	Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) в комплексной реабилитации и абилитации инвалидов	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	36/72	Специалисты в области организации и ведения социальной работы с детьми-инвалидами, в области комплексной реабилитации и абилитации
3	Техника ортезирования нижних конечностей	Очная	36	Техники-протезисты, техники-технологи
4	Реконструктивно-восстановительная хирургия и микрохирургия кисти	Очная	72	Врачи травматологи-ортопеды
5	Основы ортезирования по методу Шено	Очная	36	Техники-протезисты, техники-технологи
6	Современные виды протезирования нижних конечностей	Очная	72	Врачи травматологи-ортопеды
7	Комплексная реабилитация пациентов после COVID-19	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Специалисты по медицинской реабилитации, врачи по лечебной физкультуре, врачи-физиотерапевты, врачи неврологи, врачи общей практики
8	Сопровождаемое проживание: организационно-правовые и методические основы	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Специалисты в области комплексной реабилитации и абилитации
9	Комплексная реабилитация инвалидов (детей-инвалидов)	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Специалисты в области комплексной реабилитации и абилитации
10	Физическая терапия в комплексной реабилитации инвалидов и лиц с ограниченными возможностями	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	36	Врачи травматологи-ортопеды, специалисты по медицинской реабилитации
11	Основы профессиональной реабилитации и абилитации инвалидов	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72/36	Специалисты службы занятости
12	Ортопедическая обувь и обувные ортопедические изделия	Очная	72	Инженеры-протезисты, инженеры-технологи/ Техники-протезисты, техники- технологи

Окончание таблицы

№ п/п	Наименование дополнительных профессиональных программ повышения квалификации	Форма обучения	Объем (час)	Контингент обучающихся
13	Аддитивные технологии в ортезировании и протезировании	Очная	72	Техники-протезисты, техники-технологи
14	Цифровые технологии в ортезировании и протезировании	Очная	72	Врачи травматологи-ортопеды
15	Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) в системе ранней помощи	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	36	Специалисты в области организации и ведения социальной работы с детьми- инвалидами
16	Юридическая ответственность при осуществлении медицинской деятельности	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Руководители учреждений
17	Комплексная реабилитация инвалидов (детей-инвалидов)	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Руководители учреждений в области комплексной реабилитации и абилитации
18	Основы комплексной реабилитации и абилитациий детей с расстройствами аутистического спектра	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	36	Психологи, медицинские психологи, логопеды, дефектологи, педагоги, социальные работники, участвующие в реализации реабилитационных и абилитационных мероприятий
19	Применение Международной классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) в комплексной реабилитации и абилитации инвалидов	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	36	Специалисты в области реабилитации
20	Организация деятельности реабилитационного учреждения	Очная/заочная/очно-заочная, с применением дистанционных образовательных технологий	72	Специалисты в области реабилитации и социальной работы

List of additional professional development programs

Number	Name of additional professional training programs	Form of training	Number of hours	Contingent of students
1	Basics of first aid	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	18/36	Specialists with higher and secondary medical education
2	Application of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) in the comprehensive rehabilitation and habilitation of disabled people	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	36/72	Specialists in the field of organizing and conducting social work with disabled children, in the field of comprehensive rehabilitation and habilitation
3	The technique of orthosis of the lower extremities	Full-time	36	Prosthetic technicians, technology technicians
4	Реконструктивно-восстановительная хирургия и микрохирургия кисти	Full-time	72	Reconstructive surgery and microsurgery of the hand
5	Fundamentals of Chenault orthosis	Full-time	36	Prosthetic technicians, technology technicians
6	Modern types of lower limb prosthetics	Full-time	72	Traumatologists and orthopedists
7	Comprehensive rehabilitation of patients after Covid-19	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Specialists in medical rehabilitation, doctors in physical therapy, physiotherapists, neurologists, general practitioners
8	Assisted living: organizational, legal and methodological foundations	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Specialists in the field of complex rehabilitation and habilitation
9	Comprehensive rehabilitation of disabled people (disabled children)	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Specialists in the field of complex rehabilitation and habilitation
10	Physical therapy in the complex rehabilitation of the disabled and persons with disabilities	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	36	Traumatologists-orthopedists, specialists in medical rehabilitation
11	Fundamentals of vocational rehabilitation and habilitation of disabled people	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72/36	Employment Service specialists
12	Orthopedic shoes and orthopedic footwear products	Full-time	72	Prosthetic engineers, process engineers/ Prosthetic technicians, technology technicians
13	Additive technologies in orthotics and prosthetics	Full-time	72	Prosthetic technicians, technology technicians
14	Digital technologies in orthotics and prosthetics	Full-time	72	Traumatologists-orthopedists
15	Application of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) in the early care system	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	36	Specialists in the field of organizing and conducting social work with disabled children

End of table

Number	Name of additional professional training programs	Form of training	Number of hours	Contingent of students
16	Legal responsibility in the implementation of medical activities	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Heads of institutions
17	Comprehensive rehabilitation of disabled people (disabled children)	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Heads of institutions in the field of comprehensive rehabilitation and habilitation
18	Fundamentals of comprehensive rehabilitation and habilitation of children with autism spectrum disorders	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	36	Psychologists, medical psychologists, speech therapists, speech pathologists, teachers, social workers involved in the implementation of rehabilitation and habilitation measures
19	Application of the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) in the comprehensive rehabilitation and habilitation of disabled people	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	36	Specialists in the field of rehabilitation
20	Organization of the rehabilitation institution activities	Full-time/part-time/part-time, with the use of distance educational technologies	72	Specialists in the field of rehabilitation and social work

Правила для авторов статей журнала «Физическая и реабилитационная медицина»

Журнал выпускается ежеквартально. Статьи, присланные авторами в редакцию, рецензируются редакционной коллегией и ведущими специалистами отрасли.

Направленные статьи в журнал должны соответствовать следующим правилам.

Общие правила

1. Автор(ы) представляет(ют) в редакцию журнала в электронном виде следующие материалы:

– сопроводительное письмо, подписанное руководителем организации и заверенное печатью (в формате PDF). В сопроводительном письме указываются: фамилия, имя и отчество автора(ов) полностью, занимаемая должность, ученое звание и ученая степень, почтовый и электронный адрес и телефон автора, с которым редакции следует вести переписку;

– заключение комиссии о возможности открытого опубликования статьи с подписями председателя и членов комиссии (в формате PDF);

– вариант статьи с подписями всех авторов и указанием даты на последней странице (в формате PDF);

– электронную версию статьи. Электронная версия статьи представляет собой файл, содержащий текст статьи без переносов слов в формате Microsoft Word или RTF. Иллюстрации представляются отдельно в формате TIFF или JPEG.

Файл со статьей именуется фамилией первого автора с инициалами без пробелов и точек (например, ИвановАА).

При отправке файлов на электронный адрес редакции необходимо придерживаться следующих правил:

– название темы письма должно содержать фамилию и инициалы первого автора без точек и пробелов, затем через нижнее подчеркивание указывается тип статьи (обзор, оригинальная, концептуальная, практическая), затем через нижнее подчеркивание записывается дата направления рукописи в формате чч.мм.гг (например, ИвановАА_обзор_01.01.21);

– использовать вложения файлов;

– при необходимости использовать общеизвестные архиваторы.

2. Текст статьи набирается шрифтом Times New Roman 14, интервал полуторный. Абзацный отступ 1,25 см. Поля с каждой стороны по 2 см. Запрещаются любые действия со шрифтом: подчеркивание, курсив, полужирный, прописной (заглавный), разрядка – уплотнение и пр. Текст

Instructions for authors of articles of the journal *Physical and Rehabilitation Medicine*

The journal is issued quarterly. Articles sent by authors to the editorial office are reviewed by the Editorial Board and leading experts of the area.

Articles sending to the journal should correspond to the following rules.

General rules

1. Author(s) present(s) the following materials to the editorial office of the journal in electronic form:

– a cover letter signed by head of organization and stamped (in PDF format). The cover letter should contain: author's (authors') full name, position, academic title and academic degree, postal and e-mail addresses, and phone number of an author with whom the Editorial Board should correspond;

– a conclusion of a commission on the possibility of an article's open publication with signatures of its chairman and members (in PDF format);

– a version of an article with signatures of all its authors and a date on its last page (in PDF format);

– an electronic version of an article. The article's electronic version is a file containing the article's text without hyphenation in Microsoft Word or RTF format. Illustrations should be presented separately in TIFF or JPEG format.

A file with an article should be called as surname of its first author with his initials without gaps and points (for example, IvanovAA).

Sending files by e-mail of the editorial office you should follow these rules:

– title of a letter's subject should contain surname and initials of first author without dots and spaces, then the article's type (review, original, conceptual, practical) is indicated through the underscore, then a date of sending manuscript in format hh.mm.yy is written through the underscore (for example, IvanovAA_review_01.01.21);

– use files attachments;

– if necessary, use well-known archivers.

2. Text of an article should be typed in Times New Roman font, 14 pt, the interval is one and a half. Paragraph indent is 1.25 cm. Fields are 2 cm from each margin. Any action with the font such as underlining, italics, semi-bold, capital (title), tracking, etc. is forbidden. Text should be typed without hyphenation

набирается без переносов слов (расстановка переносов слов, как автоматически, так и вручную, не допускается).

Оформление статьи должно соответствовать ГОСТ 7.89-2005 «Оригиналы текстовые авторские и издательские. Общие требования» (http://gostexpert.ru/gost/gost-7.89-2005).

Диагнозы заболеваний и формы расстройств поведения следует соотносить с Международной классификацией болезней и расстройств поведения (МКБ-10), http://mkb-10.com/.

Единицы измерений приводятся по ГОСТ 8.471-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин» (http://docs.cntd.ru/document/gost-8-417-2002-gsi).

Объем обзорных статей не должен превышать 15 с., экспериментальных и общетеоретических исследований – 10 с. В этот объем входят: название статьи, наименование(я) организации(й), резюме, ключевые слова на русском и английском языках, текст, иллюстрации (фотографии, рисунки), таблицы, список литературы и references.

Рекомендуемое количество иллюстраций – не более четырех, таблиц – не более трех.

3. Структура статьи

Структура оригинальных статей должна соответствовать формату IMRAD (Introduction, Methods, Results, and Discussion).

а) УДК, заголовок статьи, фамилия(и) и инициалы автора(ов), название организации(й)/учреждения(й) (без аббревиатур), адрес, почтовый индекс, город, страна.

Заголовок статьи

– заголовок должен быть информативным;

– для лаконичности описания заголовка рекомендуется использовать основные ключевые понятия (слова) темы публикации;

– рекомендуется использовать в заголовке не более 13–15 слов (включая союзы);

– запрещается использовать аббревиатуры, кроме допустимых международных (ЕС, США, ОПЕК и т.п.);

– разрешается использовать только общепринятые сокращения;

– при переводе с русского языка на английский непереводимых названий, собственных имен, приборов и др. объектов, имеющих собственные названия, в заголовке статьи используется транслитерация.

Эти правила распространяются на авторские резюме (аннотации) и ключевые слова.

Фамилии авторов статей представляются в одной из принятых международных систем транслитерации и не должны изменяться во всех публикациях автора.

При транслитерации рекомендуется использовать стандарт BSI (British Standard Institute,

(hyphenation of words, both automatic and manual, is forbidden).

Text design of an article should correspond to the State Standard *GOST 7.89-2005. Author's and Publishing Text Originals. General Requirements* (http://gostexpert.ru/gost/gost-7.89-2005).

Diagnoses of diseases and forms of behavior disorders should be correlated to the *International Classification of Diseases and Disorders of Behavior* (ICD-10), http://mkb-10.com/.

Units of measurements should be given in accordance with *GOST 8.471-2002. The Unity Measurements Ensuring State System. Units of Sizes* (http://docs.cntd.ru/document/gost-8-417-2002-gsi).

The volume of review articles should not exceed 15 pages, experimental and general theoretical studies – 10 pages. This volume includes: article title, name(s) of organization(s), abstract, keywords, text, illustrations (photos, drawings), tables, and references.

Recommended number of illustrations is no more than four, number of tables is no more than three.

3. The article design scheme

The structure of original articles should correspond to format IMRAD (Introduction, Methods, Results, and Discussion).

a) Universal Decimal Classification (UDC), article title, author's (authors') surname(s) and initials, name(s) of institution(s) (without abbreviations), address, postal code, city, country.

Article title

– the title should be informative;

– for the conciseness of the title description, it is recommended to use the main key concepts (words) of the publication topic;

– it is recommended to use no more than 13–15 words in the title (including conjunctions);

– it is forbidden to use abbreviations, except for international abbreviations (EU, USA, OPEC, etc.);

– it is allowed to use only generally accepted abbreviations.

These rules apply to author's abstracts (annotations) and keywords.

Surnames of articles' authors should be presented in one of the accepted international transliteration systems and should not be changed in all author's publications.

When transliterating, it is recommended to use the BSI standard (British Standard Institute, UK). To do

Великобритания). Для этого можно воспользоваться онлайн-сервисом по транслитерации библиографического описания научных публикаций http://transliteration.pro или ссылкой http://ru.translit.ru/?account=bsi.

б) Резюме / Abstract. Авторское резюме обеспечивает понимание основных положений статьи. Рекомендованный объем структурированного резюме – не менее 250–300 слов (для оригинальной статьи), неструктурированного – 150–200 слов (для научного обзора). При составлении реферата следует руководствоваться ГОСТ 7.9-95 «Реферат и аннотация. Общие требования» (http://gostexpert.ru/gost/gost-7.9-95).

Реферат составляется по следующей схеме:

– введение, содержащее актуальность, цель и задачи работы, объекты исследования, методики, использованные в работе (в тех случаях, когда они новые или необходимы для понимания сути и особенностей содержания статьи);

– результаты (основные теоретические и экспериментальные результаты работы);

– обсуждение результатов;

– выводы или заключение.

В тексте реферата следует применять значимые слова из текста статьи, употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций и лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает…»).

Текст реферата должен быть связным, с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т. д. (consequently, moreover, for example, the benefits of this study, as a result etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого. При оформлении реферата на английском языке необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т. е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций).

в) Ключевые слова / Keywords. Ёмко отражают содержание статьи, позволяют найти необходимое издание в каталогах или электронных базах данных. Ключевые слова следует соотносить с рубрикатором «Медицинские предметные рубрики» (MeSH), разработанным сотрудниками Национальной медицинской библиотеки США (https://www.nlm.nih.gov/). Русскоязычная версия рубрикатора содержится на сайте Центральной медицинской научной библиотеки Первого московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова (http://193.232.7.102/cgiopac/opacg/opac.exe).

Рекомендовано применять 3–7 слов или коротких словосочетаний, основное из которых указывается вначале. Если в списках отсутствуют под-

this, you can use the online service for transliteration of bibliographic descriptions of scientific publications http://transliteration.pro or a link http://ru.translit.ru/?account=bsi.

b) Abstract provides understanding of article's basic provisions. Its length is not less than 250–300 words. The recommended volume of a structured abstract is at least 250–300 words (for original article), while a non-structured one is 150–200 words (for scientific review). Abstract is designed in accordance with *GOST 7.9-95 Paper and Abstract. General Requirements* (http://gostexpert.ru/gost/gost-7.9-95).

The abstract design scheme is:

– introduction containing relevance, aim and tasks of a work, objects of a study, methods used in a work (if they are new or their description is necessary for understanding of essence and features of article contents);

– results (main theoretical and experimental results of a work);

– discussion of results;

– summary or conclusion.

In the text of an abstract, you should use significant words from the article's text, use syntactic constructions that are characteristic of the language of scientific and technical documents, and avoid complex grammatical constructions (for example, "the author of the article considers…").

The text should be coherent with the use of the words "consequently", "moreover", "for example", "as a result", etc., or disparate statements presented should logically follow from one another.

c) Keywords clearly reflect the article's content, and allow find necessary publication in catalogs or electronic databases. Keywords should be correlated to the list of the Medical Subject Headings (MeSH) developed by employees of the United States National Library of Medicine (https://www.nlm.nih.gov/).

It is recommended to use 3–7 words or short phrases, the main one of which is indicated at the beginning. If the lists don't contain any suitable

ходящие обозначения новых терминов, следует подобрать наиболее близкие из имеющихся.

Перевод реферата и ключевых слов на английский язык обязателен.

г) Введение / Introduction. Во введении дается краткий обзор релевантных данных, критическая оценка литературы, имеющей отношение к рассматриваемой проблеме, обоснование новизны и значимости исследования в глобальном плане (не только в плане данного города или страны).

Определяются нерешенные вопросы, обосновывается актуальность проведения исследования, формулируется цель и задачи, поясняющие дальнейшее исследование, сферы применения. Описываются имеющиеся конфликты в теории, методологии, практике или выводах исследований, «белые пятна» в исследованиях или научных школах, перспектива развития темы. Излагается позиция автора, мотивация создания статьи. Каждое ключевое слово статьи должно найти отражение во введении. Рекомендуется избегать длинных анализов и длинных исторических экскурсов.

В качестве мотивации от автора ожидается:

– разработка новой методики;

– использование новых экспериментальных данных;

– заполнение пробелов в науке и практике;

– модернизация методики (теории) или оптимизация чего-либо.

д) Материалы и методы / Materials and methods. В данном разделе описывается последовательность выполнения исследования, приводится обоснование отбора групп для наблюдений или экспериментов и выбора методов, обеспечивающих надёжность и аргументированность полученных результатов, кратко представляются сведения о методах статистики. Для экспериментальных исследований дается подробное описание эксперимента, методик и оборудования, объектов исследования, которые применялись.

Раздел должен содержать следующие сведения: где и когда проведено исследование; критерии включения пациентов в группы для наблюдения и критерии исключения; описание метода исследования (когортное, проспективное, рандомизированное испытание лекарств, ретроспективное, серия наблюдений); детальное описание нового лекарства, модификации, эксперимента, хирургического вмешательства в определенной последовательности; краткое описание протокола (Standard Operating Protocol — SOP).

Рекомендуется руководствоваться «Едиными стандартами представления результатов и испытаний Экспертной группы CONSORT» (Consolidated Standards of Reporting Trials), с которыми можно ознакомиться по ссылке http://www.consort-statement.org/.

designations of new terms, it is necessary to pick up the closest from available ones.

d) Introduction provides a brief overview of the relevant data, a critical assessment of the literature relevant to the problem under consideration, and a justification for the novelty and significance of the study in global terms (not only in terms of a given city or country).

The unresolved issues are identified, the relevance of the research is justified, the aim and tasks are formulated, explaining the further research, and the scope of application. Introduction describes the existing conflicts in theory, methodology, practice or conclusions of studies, 'white spots' in studies or scientific schools, the perspective of the topic development. The author's position and motivation for creating the article are presented. Each keyword of the article should be reflected in the introduction. It is recommended to avoid long analyses and long historical excursions.

As a motivation, an author is expected to:

– develop a new methodology;

– use new experimental data;

– fill the gaps in science and practice;

– modernize of a methodology (theory), or optimize something.

e) Materials and methods. This section describes the sequence of a study, provides a rationale for selecting groups for observations or experiments and selecting methods that ensure the reliability and reasonableness of the results obtained, and briefly presents information about statistical methods. For experimental studies, a detailed description of the experiment, methods and equipment, and the objects of research that were used are given.

The section should contain: where and when a study was conducted; criteria for including patients in follow-up groups and exclusion criteria; a description of the study method (cohort, prospective, randomized drug trial, retrospective, series of observations); a detailed description of a new drug, method, modification, experiment, surgical intervention in the certain sequence; a brief description of the protocol (Standard Operating Protocol — SOP).

It is recommended to follow the Unified Standards for Reporting Results and tests of the CONSORT Expert Group (Consolidated Standards of Reporting Trials), which can be found at the link http://www.consort-statement.org/

Методы, опубликованные ранее, должны сопровождаться ссылками: автором описываются только относящиеся к теме изменения.

Обязательно указывается соблюдение этических принципов, как местных, так и международных (Европейская конвенция по защите позвоночных животных; Хельсинкская декларация; информированное согласие больного).

е) Результаты / Results. Раскрывается новшество статьи, которое обеспечивает ее мотивацию.

Основными требованиями к данному разделу являются четкость и последовательность изложения, соответствие заявленной цели и задачам статьи, полный обзор всех результатов, которые должны быть ясными и лаконичными и описывать вывод, идею, концепцию или метод, к которым пришел автор в результате исследования. Полученные данные следует представлять в абсолютных числах и в процентах, должны быть указаны 95-процентный доверительный интервал (95 CI %) и значение p. Планки погрешностей требуются на всех точках экспериментальных и расчетных данных с объяснением в тексте того, каким образом эти погрешности были установлены.

Компактному изложению статьи способствует представление материалов исследований в виде таблиц или иллюстраций в логической последовательности. Рекомендуется ограничиться теми иллюстрациями (таблицами), которые объясняют основные аргументы статьи и оценивают степень их обоснованности. Данные таблиц и рисунков не должны дублироваться (приводится либо таблица, либо рисунок).

ж) Обсуждение / Discussion. Этим разделом автор подтверждает, что поставленная цель достигнута, а результаты – новые и применимы в науке и практике. Проводится разбор и разъяснение результатов, определяется их место в структуре известных человечеству знаний.

Делается акцент на новых и важных аспектах исследования. Обсуждение проводится путем соотнесения собственных наблюдений с другими исследованиями в изучаемой области знаний, включая исследования зарубежных авторов.

В разделе описывается:

– с какими фактами (методиками) автор соглашается, а с какими – нет; при этом несогласие необходимо подтвердить выводами по своей методике, сравнить факты (методики) между собой, снабдить описанием одинакового, схожего, различного;

– с какими ограничениями столкнулось или могло столкнуться исследование или целая научная сфера;

– каковы перспективы развития исследований по этой теме;

Methods published earlier should be accompanied by references: the author describes only the changes related to the topic.

It is mandatory to indicate compliance with ethical principles, both local and international (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals; Helsinki Declaration; patient's informed consent).

e) Results. Here should be revealed the article's innovation, which provides its motivation.

The main requirements for this section are clarity and consistency of presentation, compliance with the stated aim and tasks of the article, a complete overview of all the results, which should be clear and concise and describe the conclusion, idea, concept or method that the author came to as a result of the study. The data obtained should be presented in absolute numbers and as a percentage, and the 95 % confidence interval (95 CI %) and the p value should be indicated. Error bars are required at all points of the experimental and calculated data, with an explanation in the text of how these errors were established.

Compact statement of an article is promoted by representation of studies' materials in the form of tables or illustrations in logical sequence. You should be limited to those illustrations (tables) which explain main arguments of your article and evaluate the degree of their validity. Data of tables and figures should not be repeated (only a table or a figure).

f) Discussion. With this section, the author confirms that the aim has been achieved, and the results are new and applicable in science and practice. The results are analyzed and explained, and their place in the structure of knowledge known to mankind is determined.

The emphasis is placed on new and important aspects of a study. Discussion is carried out by correlation of author's own observations with other studies in the studied discipline.

The section describes:

– with what facts (methods) the author agrees, and with what he disagrees; at the same time, the disagreement must be confirmed by the conclusions of their methodology, compare the facts (methods) with each other, provide a description of the same, similar, different;

– what limitations did the study or the whole scientific field face or could face;

– what are the prospects for developing studies on this topic;

– сравнение различных методов (при необходимости);

– сравнение результатов исследования с результатами, полученными в аналогичных исследованиях.

Обсуждение полученных результатов включает обобщение и оценку результатов исследования. Необходимо сопоставить полученные в статье результаты с результатами исследований других авторов, рассмотрев другие научные концепции, определить, с позиции какой из них можно объяснить полученные результаты, отразить оценку достоверности полученных результатов и их сравнение с чужими существующими результатами. То есть, необходимо определить место полученных в ходе исследования результатов в структуре известных человечеству знаний.

В обсуждение можно включить обоснованные рекомендации для клинической практики и возможное применение полученных результатов в предстоящих исследованиях.

По объему раздел «Обсуждение» должен быть примерно таким же, как предыдущий раздел «Результаты».

з) Заключение (Выводы) / Conclusion (Summary). Основная задача выводов – систематизация.

Результаты, которые были разъяснены в обсуждении, излагаются в кратком и систематизированном виде и являются сжатым описанием основной части статьи, в котором указывается практическая и научная ценность исследования, возможные сферы применения.

Наиболее широко используемый формат для данного раздела следующий: начните с нескольких фраз, подводящих итог проделанной работе, а затем представьте в виде списка основные выводы.

и) Оформление библиографической части работы включает использование цитат и ссылок, а также библиографическое описание источников.

Цитирование

Цитирование других исследователей приводится по ряду причин:

– для обоснования мотивации исследования и написания статьи;

– необходимо дать понять, что исследование носит международный теоретический и прикладной характер;

– чтобы дать возможность другим исследователям лучше понять доводы и точку зрения автора.

Цитатами называют дословно воспроизведенные фразы или предложения другого автора, связанные по смыслу с содержанием текста, в который они вставляются. По правилам русского языка цитаты выделяются кавычками. В одной цитате может содержаться только один отрывок произведения.

– comparison of different methods (if necessary);

– comparison of the study results with the results obtained in similar studies.

Discussion of the results includes summarizing and evaluating the study results. It is necessary to compare the results obtained in the article with the results of studies by other authors, after considering other scientific concepts, determine which of them can be used to explain the results, reflect the assessment of the reliability of the results obtained and their comparison with other researchers' existing results. That is, it is necessary to determine the place of the results obtained in the course of the study in the structure of knowledge known to mankind.

Discussion can include reasonable recommendations for clinical practice and possible use of the received results in forthcoming studies.

The Discussion section should be about the same size as the previous Results section.

g) Conclusion (Summary). The main task of conclusions is systematization.

The results that were explained in the discussion are presented in a brief and systematic form and are a concise description of the main part of the article, which indicates the practical and scientific value of the study, possible areas of application.

The most widely used format for this section is as follows: start with a few sentences summarizing the work done, and then present the main conclusions in a list.

h) The design of the bibliographic part of the work includes the use of citations and references, as well as a bibliographic description of the sources.

Citation

Citation of other researchers is given for a number of reasons:

– to justify the study motivation and writing of the article;

– it is necessary to make it clear that the study is of an international theoretical and applied nature;

– in order to enable other researchers to better understand the arguments and the author's point of view.

Quotations are literally reproduced phrases or sentences of another author, related in meaning to the content of the text in which they are inserted. According to the rules of the Russian language quotations are marked with quotation marks. A single quote can contain only one passage of the work.

Список литературы

Список литературы должен содержать, кроме основополагающих, публикации за последние 5–10 лет. В оригинальных статьях рекомендуется цитировать не более 10–15 источников, в обзорах – 20–30 источников, 50% из которых должны быть зарубежными, в том числе статьи из изданий, рецензируемых в Scopus и WoS (не менее 30%). Источники записываются в том порядке, в каком были упомянуты в статье. Автор несет ответственность за правильность библиографических данных.

Список русскоязычной литературы оформляется в виде библиографического указателя по ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

л) References оформляется в соответствии с требованиями зарубежных баз цитирования.

В журнале с 2021 г. применяется стиль цитирования русскоязычных статей по стандарту NLM – National Library of Medicine. Подробная инструкция размещена на сайте http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine.

В зарубежных стандартах на библиографические записи (ссылки) не используются разделительные знаки, применяемые в российском ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Транслитерация осуществляется согласно требованиям международного стандарта ISO 9:1995 (https://www.iso.org/standard/3589.html)».

Статьи из иностранных журналов цитируются на языке оригинала.

4. Требования к рисункам:

– формат файла – TIFF, любая программа, поддерживающая этот формат (Adobe PhotoShop, CorelDRAW и т. п.), диаграммы – в Excel или Word с сохранением данных;

– каждый рисунок следует представлять отдельным файлом в формате TIFF, с разрешением не менее 300 dpi;

– ширина рисунка – не более 100 мм, высота рисунка – не более 150 мм, легенда рисунка должна быть легко читаемой, шрифт не менее 8 пт.

Рисунки присылаются отдельными файлами, при пересылке запрещается помещать рисунки в файлы Word.

Рисунки должны быть четкими, фотографии – контрастными. Подрисуночные подписи даются на отдельном листе с указанием номера рисунка, с объяснением значения всех кривых, букв, цифр и других условных обозначений. В подписях к микрофотографиям нужно указывать степень увеличения. В подрисуночных подписях использовать аббревиатуры и сокращения не допускается. Тексты внутри рисунков, подрисуночные подписи и примечания дублируются на английском языке под русским текстом.

References

References should contain publications of the last 5–10 years and basic ones on the theme. In original articles, it is recommended to cite no more than 10–15 sources, in reviews – 20–30 sources, including articles from publications reviewed in Scopus and WoS (at least 30 %). Sources are listed in the order in which they were mentioned in the article. Author is responsible for correctness of bibliographic data.

List of Russian-language literature is made out as a bibliographic index in accordance with *GOST 7.0.5-2008 Bibliographic Link. General Requirements and Rules of Figure up.*

Since 2021, the journal has been using the style of citation of Russian-language articles according to the NLM – National Library of Medicine standard. Detailed instructions are available on the website http://www.nlm.nih.gov/citingmedicine.

4. Requirements to figures:

– the format of a file is TIFF, any program supporting this format (Adobe PhotoShop, CorelDRAW, etc.), charts is made in Excel or Word with data storage;

– each figure should be submitted as a separate file in the TIFF format, with not less than 300 dpi. resolution;

– figure's width is no more than 100 mm, figure's height is no more than 150 mm, figure's legend has to be easily readable, a font is not less than 8 pt.

Figures are sent by separate files. When transfer it is forbidden to place figures in Word files.

Figures should be accurate, photos should be contrast. Figure captions are given on a single sheet with the indication of the figure's number, with an explanation of value of all curves, letters, figures and other symbols. It is necessary to specify extent of increase in captions to photomicrographs. Abbreviations are not allowed in figure captions.

В тексте статьи, в левом поле, квадратом выделяется место, где следует разместить рисунок. Внутри квадрата обозначается номер рисунка.

Электронные файлы рисунков должны позволять воспроизвести высокое качество изображения в электронной версии журнала. Если рисунок уже был опубликован, следует указать оригинальный источник.

Люди на фотографиях не должны быть узнаваемыми, либо автор должен представить в редакцию письменное разрешение на публикацию.

5. Требования к таблицам. Таблицы должны быть наглядными, иметь название и порядковый номер, заголовки должны точно соответствовать содержанию граф. В названиях таблиц не допускается использовать аббревиатуры и сокращения. Названия таблиц, строк и граф, а также примечания дублируются на английском языке под русским наименованием.

На каждую таблицу должна быть сделана ссылка в статье. Все разъяснения, включая расшифровку аббревиатур, даются в сносках.

Указываются статистические методы, использованные для представления вариабельности данных и достоверности различий.

6. Транслитерация и перевод. Для изучения статей читателями, не знающими русского языка, в конце каждой статьи помещаются переведенные на английский язык сведения об авторах, учреждениях, транслитерированное оригинальное название статьи, переведенное название статьи, расширенный реферат и ключевые слова, транслитерированный список процитированной литературы. Для перевода отдельных слов (словосочетаний) можно воспользоваться автоматизированным переводом (https://translate.google.ru/).

7. Сведения об авторе(ах). Перечень сведений об авторе(ах) на русском и английском языках.

Фамилия, имя, отчество, ученая степень, ученое звание, название места работы/учебы с указанием без сокращений, даже если оно общепринято в стране, почтовый адрес (улица, дом, город, почтовый индекс, страна); электронный адрес (e-mail) автора. При переводе следует использовать официальное название из устава учреждения, иначе аффилиация с учреждением в международных базах данных будет затруднена.

Проверка на соответствие требованиям к оформлению. Редакция осуществляет оценку поступившей статьи на предмет ее соответствия требованиям к статьям, представляемым для опубликования.

Проверка на соблюдение авторских и смежных прав. Редакция с помощью программных средств осуществляет проверку статьи на предмет

A square in the left field of the article's text indicates a place to put a figure. The figure's number is designated inside of the square.

Electronic files of figures should allow reproduce high quality images in the electronic version of the journal. If a figure has already been published, the original source should be indicated.

People in photos should not be recognizable, or an author has to present a written permission for publication of images to the editorial office.

5. Requirements to tables. Tables should be evident, they should have a name and sequence number, headings should correspond to contents of the columns precisely. Abbreviations are not allowed in table names.

It has to be made a reference in an article to each table. All explanations, including interpretation of abbreviations are given in footnotes.

You should specify the statistical methods used for representation of variability of the data and reliability of distinctions.

6. Transliteration and translation. For the purpose of studying articles by readers who do not know Russian, at the end of each article there is information about its authors, institutions, transliterated original title of article, translated title of article, extended abstract and keywords, transliterated list of cited literature. To translate individual words (phrases), you can use automated translation (https://translate.google.ru/).

7. Information about the author(s). List of data on the author(s).

Surname, name, academic degree, academic status, name of place of work/study without reductions even if it is standard for any country, postal address (house number, street, zip code, city, country); author's e-mail. It is necessary to use the official name from the institution's charter, otherwise the affiliation with the institution in the international databases may be complicated.

Checking for compliance with the design requirements. The Editorial Board evaluates a received article for its compliance with the requirements for articles submitted for publication.

Checking the observance of copyright and related rights. The Editorial Board with the help of software checks an article for its compliance

соблюдения авторских и смежных прав, наличия заимствований.

Статьи, содержащие менее 80 % оригинального текста, возвращаются авторам на доработку в течение 2 рабочих дней с момента проведения проверки на предмет наличия заимствований.

Как правило, статья публикуется в журнале при наличии в ней не менее 80 % оригинального текста. В исключительных случаях, с учетом характера заимствования автором информации из различных источников, наличия ссылок на них, редакция по согласованию с главным редактором журнала либо его заместителем может принять положительное решение об опубликовании статьи с процентом оригинальности менее 80.

Рецензирование. Для определения научного и методического уровня статьи осуществляется ее экспертиза – «двойное слепое» рецензирование (рецензент не знает, кто автор статьи и в каком учреждении была подготовлена статья, автор не знает, кто рецензент).

Срок рецензирования (экспертизы) статьи, как правило, не должен превышать 21 день с даты ее поступления в редакцию.

Статья, направленная в журнал, не должна быть направлена в другие издания, а также не должна быть уже опубликована в другом журнале.

Статьи публикуются в порядке очередности их поступления в редакцию.

Редакция оставляет за собой право сокращения статей, не изменяя концептуальной основы их содержания. Рукописи авторам не возвращаются.

Журнал принимает заявки для размещения на своих страницах информационных материалов (объявлений и рекламы).

Полные тексты электронных версий статей представлены на сайте Научной электронной библиотеки www.elibrary.ru и официальном сайте издателя журнала.

Ссылки на статьи журнала отражаются в Российском индексе научного цитирования.

Адрес редакции: журнал «Физическая и реабилитационная медицина», ФГБУ ФНЦРИ им. Г.А. Альбрехта Минтруда России, Россия, Санкт-Петербург, ул. Бестужевская, 50.

with copyright and related rights, the presence of borrowings.

Articles containing less than 80 % of the original text are returned to its authors for revision within 2 working days from a date of check for the presence of borrowings.

As a rule, an article is published in the journal when it has not less than 80 % of original text. In exceptional cases taking into account the nature of information's borrowing made by an author from various sources, existence of references to them, the Editorial Board in co-ordination with the journal's Editor-in-Chief or his deputy can make a positive decision on publication of an article with less than 80 % of originality.

Reviewing. To determine the scientific and methodological level of an article, its examination, a 'double-blind' review, is carried out (a reviewer does not know who an author of an article is and in which institution an article was prepared, an author does not know who a reviewer is).

The term of reviewing (examination) of an article as a rule, should not exceed 21 days from a date of its receipt to the editorial office.

An article sent to the journal should not be sent to any other periodicals and also should not be already published in any other journal.

Articles are published in the order of their receipt to the editorial office.

The Editorial Board reserves the right of reduction of articles without changing the conceptual basis of their content. Manuscripts are not returned to its authors.

The journal accepts requests for any information content to be placed on its pages (announcements and commercials).

Full text electronic versions of articles are submitted on the website of the Scientific Electronic Library www.elibrary.ru and the official website of the journal's publisher.

References to the articles of the journal are represented in the Russian Science Citation Index.

Address of the editorial office: the journal *Physical and Rehabilitation Medicine*, Federal Scientific Center of Rehabilitation of the Disabled named after G.A. Albrecht, 50 Bestuzhevskaya Street, 195067 St. Petersburg, Russian Federation.