

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

Обзор отечественных изобретений по способам диагностики постуральных нарушений опорно-двигательного аппарата

Д.В. Федулова, К.А. Бердюгин

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

Развитие опорно-двигательного аппарата зависит от многих компонентов анатомически обусловленных изменений организма, структуры паттернов движения и участвующих в нём механизмов действия. Постуральные нарушения могут возникнуть вследствие разных причин и быть источником дальнейших перестроек организма, влиять на развитие компенсаторных изменений и функциональных преобразований двигательной сферы. Диагностика состояния опорно-двигательного аппарата является актуальной задачей, посредством которой многие соматические изменения могут быть своевременно скорректированы или скомпенсированы.

В статье проводится обзор патентных документов из таких баз данных, как ФИПС, Orbit, Google patents, за последние 30 лет. Выявлено, что исследование постуральных нарушений проводится по четырём сферам: визуальная оценка в положении стоя; методы диагностики с применением стабилметрических платформ; характеристика нарушений при оценке электрических потенциалов мышц; анализ кинематики двигательных действий при перемещении. В своём содержательном аспекте данные способы диагностики ориентированы на количественную и качественную характеристику расположения границ регионов костных сегментов, центра тяжести организма и параметров его перемещения во время двигательного действия; оценку электромиографических показателей координации мышечных усилий в статическом и динамическом положениях; анализ биомеханики паттернов движения с рассмотрением различных компонентов двигательного акта.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат; постуральные нарушения; способы диагностики; биомеханика двигательного действия.

Как цитировать:

Федулова Д.В., Бердюгин К.А. Обзор отечественных изобретений по способам диагностики постуральных нарушений опорно-двигательного аппарата // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2024. Т. 23, № 1. С. 68–75. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

Review of domestic inventions on methods for diagnostics of postural disorders of the musculoskeletal system

Darya V. Fedulova, Kirill A. Berdyugin

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

ABSTRACT

The development of the musculoskeletal system depends on many components of anatomically determined changes in the body, the structure of movement patterns and the mechanisms of action involved in it. Postural disorders can arise as a result of various reasons and be a source of further changes in the body, influencing the development of compensatory changes and functional transformations of the motor sphere. Diagnosis of the state of the musculoskeletal system is an urgent task, through which many somatic changes can be corrected or compensated in a timely manner.

This article reviews patent documents from databases such as FIPS, Orbit, Google patents over the past 30 years. It was revealed that the study of postural disorders is carried out in four areas of study: visual assessment in a standing position; diagnostic methods using stabilometric platforms; characteristics of disturbances in the assessment of muscle electrical potentials and analysis of the kinematics of motor actions during movement. In their content aspect, these diagnostic methods are focused on the quantitative and qualitative characteristics of the location of the boundaries of the regions of bone segments, the center of gravity of the body and the parameters of its movement during motor action; assessment of electromyographic indicators of coordination of muscle efforts in static and dynamic positions; analysis of the biomechanics of movement patterns with consideration of various components of the motor act.

Keywords: musculoskeletal system; postural disorders; diagnostic methods; biomechanics of motor action.

To cite this article:

Fedulova DV, Berdyugin KA. Review of domestic inventions on methods for diagnostics of postural disorders of the musculoskeletal system. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2024;23(1):68–75. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

Submitted: 19.02.2024

Accepted: 01.03.2024

Published online: 06.11.2024

DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

关于诊断姿势障碍的国内发明方法的综述

Darya V. Fedulova, Kirill A. Berdyugin

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

摘要

背景: 运动系统的发展取决于许多与身体解剖结构相关的变化、运动模式的结构以及参与其中的动作机制。姿势障碍可能由于多种原因引发,并可能成为进一步身体重塑的因素,影响代偿性变化和运动功能的转变。诊断运动系统的状态是一项重要任务,通过这种方式可以及时调整或补偿许多体质性变化。

研究内容: 本文综述了过去30年来来自FIPS、Orbit和Google专利等数据库中的专利文献。研究发现,姿势障碍的研究分为四个方面:站立姿势的视觉评估;使用稳定性测量平台的诊断方法;通过评估肌肉电位特征来分析障碍;以及在移动时对运动动作的运动学分析。这些诊断方法主要集中在对骨骼段区域边界的定量和定性特征分析、身体重心的定位及其运动参数的分析;对静态和动态状态下肌电指标的评估;以及通过分析运动模式的生物力学,包括对动作不同组成部分的详细分析。

关键词: 运动系统;姿势障碍;诊断方法;运动生物力学。

引用本文:

Fedulova DV, Berdyugin KA. 关于诊断姿势障碍的国内发明方法的综述. *Russian journal of the physical therapy, balneotherapy and rehabilitation*. 2024;23(1):68–75. DOI: <http://doi.org/10.17816/rjpbr627208>

收到: 19.02.2024

接受: 01.03.2024

发布日期: 06.11.2024

ВВЕДЕНИЕ

Постуральные нарушения характеризуются главным образом состоянием постурального баланса человека, его изменением при совершении двигательных действий, изменением положения центра тяжести, т.е. точки пересечения равнодействующей силы всех сил притяжения, действующих на отдельные части тела.

Любое изменение развития (нарушения костной системы, асимметричная работа мышц, наличие функциональных сбоев) повлечёт за собой изменение центра его тяжести, что спровоцирует нарушения в работе опорно-двигательного аппарата. Своевременная диагностика состояния костно-мышечной системы, биомеханических характеристик двигательных действий, выполняемых человеком, является актуальной задачей, так как позволяет выявить информативный ресурс для дальнейшей, более прицельной реабилитационной и коррекционной деятельности и спрогнозировать механизмы компенсации нарушенных функций для достижения лучшего состояния здоровья человека.

СФЕРЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОСТУРАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ

При анализе патентных документов из таких баз данных, как ФИПС, Orbit, Google patents, за последние 30 лет было выявлено, что основные способы диагностики постуральных нарушений, помимо общеизвестных (рентгенография, подография), можно условно разделить на четыре сферы оценки:

- визуальная оценка в положении стоя;
- методы диагностики с применением стабилметрических платформ;
- характеристика нарушений при оценке электрических потенциалов мышц;
- анализ кинематики двигательных действий при перемещении.

Способы диагностики, связанные с рассмотрением визуальной оценки в положении стоя, глубоко анализируют саму природу равновесия, которая является всегда динамической. Общий центр тяжести непрерывно колеблется, испытывая большие изменения через все выполняемые виды деятельности, даже во время статического положения. При наличии функционально слабого сегмента взаимное уравнивание костных рычагов за счёт мышечного аппарата происходит с нарушениями, что влечёт постуральные изменения, приспособления и компенсаторную адаптацию опорно-двигательного аппарата.

Так, Л.Ф. Васильева с соавт. [1], разработав способ диагностики статических нарушений у больных хроническими болевыми мышечными синдромами на основе визуального анализа взаиморасположения границ регионов позвоночника и конечностей, выявили, что через проведение горизонтальных линий во фронтальной, сагиттальной

и поперечной плоскостях, через общий и регионарные центры тяжести (перпендикуляры) возможно сопоставление проекции общего и регионарных центров тяжести на плоскость опоры стоп, а также смещение её в других регионах в соответствии с нормой. Данный способ позволяет оценить степень смещения проекции центров тяжести отдельных регионов позвоночника и конечности, что в свою очередь характеризует патобиомеханическое состояние мышц и определяет наличие функциональных изменений.

Другой способ, уже локально диагностирующий нарушение осанки, разработанный А.В. Гошкодеря с соавт. [2], ориентирован на анализ проекции границ регионов сегментов опорно-двигательного аппарата и включает нанесение точек-ориентиров границ регионов на тело пациента, которого помещают в центр расположенной горизонтальной площадки-основания с отвесами. Выполняют два фотоснимка спереди и сзади во фронтальной проекции и два фотоснимка справа и слева — в сагиттальной. Далее производятся графическая обработка и анализ величины суммы углов отклонения параллельных горизонтальных линий от линий границ-регионов позвоночника, тем самым диагностируются нарушения осанки.

С.В. Василевич с соавт. [3] создали способ скрининговой диагностики нарушений опорно-двигательной системы, в котором применяют анализ изображения через 3D-сканирование цифровых снимков в различных плоскостях, в положении сгибания, прогиба назад, наклонов, ротации регионов туловища и конечностей, вычисляя абсолютные размеры тела, его регионов, сравнивая с показателями нормы и выявляя нарушения.

Производить поочерёдное наложение изображений пациента с постуральными нарушениями и человека с теми же соматометрическими показателями без нарушений при одних и тех же ракурсах съёмки с помощью программы, в которой производится обработка изображений, выполненных на вращающейся платформе с системой стабилизации углов поворота платформы, предлагает Ю.И. Колягин [4].

Рассматривая вопрос баланса, многие исследователи выделяют отдельно значимость мышц кора в удержании постурального баланса [5–8], локомоторных функциях, целостной стабилизации организма, обеспечивающих вертикальную устойчивость человека и гармоничное передвижение. Обоснованием данной позиции являются анатомическое расположение мышц в срединной части опорно-двигательного аппарата и функциональная значимость при движении.

В исследованиях дисфункций организма динамического характера, таких как срединный перекрёстный синдром М. Wallden [9, 10], нарушение спиральной миофасциальной линии Т. Майерса [11], сбой механизма латерализации в управлении двигательных действий возникают именно при участии мышц кора. Часто именно данная область становится причиной болей в мышечной системе

и дальнейших структурных изменений организма, тогда локальные изобретения по способам диагностики данного сегмента получают особую значимость.

А.М. Михайлов в соавт. [12] разработали способ диагностики неспецифических болевых мышечных синдромов в поясничном отделе позвоночника, который включает в себя визуально-пальпаторную диагностику статической и динамической составляющих двигательного стереотипа движения, и в зависимости от установления гипертонуса мышц и иррадиации боли определяют причину болевых мышечных синдромов.

Способ выявления постурального дисбаланса через регистрацию муаровой картины поверхности спины последовательно в шести периодах переноса веса тела на каждую из нижних конечностей из положения двухопорного стояния на весах создан в 1997 году [13]. На основании серии топограмм строятся графики перемещений в трёх плоскостях с последующей оценкой степени смещений оси тела и при наклоне оси тела в противоположную сторону опорной конечности, акцентируя внимание, что ведущая роль в реализации этой приспособительной активности принадлежит мышцам тазового пояса, где расположен центр тяжести тела.

Однако, если немного отойти от визуальных представлений, наиболее обширной областью, в которой проводится диагностика смещения центра тяжести и соответствующих двигательных нарушений, является стабилметрия [14, 15]. Довольно-таки много исследователей применяют стабилметрические показатели в разработке способов диагностики постуральных нарушений и характеристике состояния баланса и равновесия человека.

Так, например, О.Д. Давыдов с соавт. [16] проводят определение динамических особенностей движения, траекторий движения центра тяжести по плоскости платформы и в соответствии с этим вычисляют угловую скорость движения, которая характеризует процесс удержания равновесия пациентом, путём сопоставления полученных данных с нормативными показателями.

И.В. Кондратьев с соавт. [17] добавляют в тестирование показатели биологической обратной связи, формируя полиструктурную диагностику. Способ включает анализ выполнения движений (позы) разной степени сложности по выполняемому действию, каждое из которых на первом этапе тестируется 20 секунд с открытыми глазами, на втором этапе — 20 секунд с закрытыми глазами, на третьем этапе человеку предлагают минимизировать колебания своего тела с использованием зрительной биологической связи, после чего анализируют траекторию движения центра давления путём векторного анализа полученной статокинезиограммы.

Интересным представляется предложение Т.В. Истоминой с соавт. [18] интеграции в единую диагностику показателей стабилметрического исследования вместе с электромиографическим, в частности с измерением электромиограммы икроножных мышц, которые

принимают значительное участие в поддержании вертикальной позы.

В целом показатели электромиограмм являются информативными и многие используют их, создавая способы локальной диагностики по отдельным сегментам. Так, И.И. Рыжков и соавт. [19] создают способ оценки координации биоэлектрической активности паравертебральных мышц. А.И. Небожин с соавт. [20] оценивают степень выраженности биомеханических нарушений в шейном отделе позвоночника через движения в нагрузочной фазе с сопротивлением мышц. В.П. Зойкин с соавт. [21] через электромиографические показатели оценивают функциональную диагностику коленного сустава. Л.Ф. Васильева с соавт. [22] в своём способе электромиографической диагностики нарушения координации мышечных усилий предлагают общие принципы диагностики мышц организма через анализ опережающего включения в движение раньше агониста/синергистов исследуемой мышцы, определяя тем самым патогенетическое значение её первичного укорочения для соответствующей терапии.

Координация мышечных усилий осуществляется в совершении любого двигательного акта, как специально разработанного для диагностики положений, так и естественного паттерна движений, такого, например, как ходьба. Изучение различных локомоций двигательного акта как по частям, так и в целом является важной информацией в характеристике постуральных нарушений, так как позволяет сформировать представления влияния статических нарушений на динамику движения и своевременно выявить нарушения кинематики локомоций для дальнейшей коррекционной работы.

В.М. Великсон с соавт. [23] разработали способ оценки качества ходьбы, в котором на суставы нижних конечностей (тазобедренный, коленный и голеностопный) устанавливаются гониометры, и вычисляются максимальная амплитуда подвижности в суставах, длина двойного шага в процессе ходьбы, где в ходе сопоставления полученных значений и измерения антропометрических показателей определяются степень асимметрии ходьбы и нарушение биомеханики движения.

В случае патологии тазобедренных суставов Г.В. Смирнов с соавт. [24] в своём изобретении оценивают характер ходьбы через регистрацию максимального ускорения области остистых отростков в сагиттальном направлении, которое фиксируется с помощью специальных светоотражающих маркеров, закреплённых на данную область.

В.П. Живаев с соавт. [25] на созданном ими анализаторе кинематических параметров ходьбы человека (устройство, которое содержит металлическую дорожку, контактные датчики для обуви испытуемого, генератор прямоугольных импульсов для инфракрасного излучателя, закреплённый на теле испытуемого, оптический измеритель расстояния) провели оценку показателей через интеграцию значений от датчиков движения

с данными от фотоприёмника инфракрасных импульсов, фиксирующих ход движения испытуемого.

И.М. Рулев [26] создал механизм оценки и дальнейшей коррекции нагрузки на опорную поверхность стопы при ходьбе через звуковую трансформацию динамики опоры с проекцией сигналов различной частоты и тона в зависимости от места расположения тестируемой точки на стопе и корректности постановки стопы в сравнении с показателями эталонного шага, что позволяет формировать осознанное представление о нарушении паттерна ходьбы с возможностью коррекции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изобретения устройств и способов диагностики постуральных нарушений опорно-двигательного аппарата человека ориентированы на количественную и качественную характеристику расположения границ регионов костных сегментов, центра тяжести организма и параметров его перемещения во время двигательного действия; оценку электромиографических показателей координации мышечных усилий; анализ биомеханики паттернов движения с рассмотрением различных компонентов двигательного акта.

Важным является комплексная оценка статических и динамических характеристик постуральных нарушений, которая позволяет выявить взаимосвязь первичных нарушений и сопутствующих изменений организма, перестройку опорно-двигательной системы и формирование

механизмов компенсации, их влияния на структуру развития двигательной сферы человека.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Д.В. Федулова — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; К.А. Бердюгин — курация, редактирование текста статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This work was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Author's contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. D.V. Fedulova — literature review, collection and analysis of literary sources, writing the text and editing the article; K.A. Berdyugin — curation, editing the text of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ на изобретение № RU 2134532 C1. Васильева Л.Ф., Шмидт И.Р., Коган О.Г. Способ диагностики статических нарушений у больных с хроническими болевыми мышечными синдромами. Режим доступа: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002134532_19990820_C1_RU/. Дата обращения: 15.03.2024.
2. Патент РФ на изобретение № RU 2238673 C1. Гошкодера А.В., Гошкодера В.А., Мельник Д.Д., Тютиков В.И. Способ дифференциальной диагностики нарушений осанки. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2238673C1_20041027. Дата обращения: 15.03.2024.
3. Патент РФ на изобретение № RU 2532281 C1. Василевич С.В., Гольдберг Я.Б., Арсеньев А.В., Дудин М.Г. Способ скрининговой диагностики нарушений опорно-двигательной системы. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2532281C1_20141110. Дата обращения: 15.03.2024.
4. Патент РФ на изобретение № RU 2680784 C1. Колягин Ю.И. Способ и устройство для численного определения постуральных нарушений. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2680784C1_20190226. Дата обращения: 15.03.2024.
5. Холод М.А. Обоснование шкал оценки состояния морфофункциональных характеристик мышц кора // Ученые записки им. П.Ф. Лесгафта. 2022. № 4. С. 475–482. EDN: FUCDNZ doi: 10.34835/issn.2308-1961.2022.4.p475-482
6. Puranik S., Shenoy S. Surface electromyography analysis of core stabilizing muscles during isometric shoulder contractions in athletes with low back pain // J Bodywork Movement Therapies. 2023. N 36. P. 364–369. EDN: VFXFQU doi: 10.1016/j.jbmt.2023.04.019
7. Emami F., Yoosefinejad A.K., Razeghi M. Correlations between core muscle geometry, pain intensity, functional disability and postural balance in patients with nonspecific mechanical low back pain // Med Engineering Physics. 2018. N 60. P. 39–46. doi: 10.1016/j.medengphy.2018.07.006
8. Calatayud J., Borreani S., Martin J., et al. Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions // Gait Posture. 2015. Vol. 42, N 2. P. 186–192. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.05.008
9. Wallden M. The middle crossed syndrome: New insights into core function // J Bodywork Movement Therapies. 2014. Vol. 18, N 4. P. 616–620. doi: 10.1016/j.jbmt.2014.09.002
10. Wallden M. Assessing and correcting the middle crossed syndrome // J Bodywork Movement Therapies. 2014. Vol. 18, N 4. P. 621–625. doi: 10.1016/j.jbmt.2014.09.003

11. Майерс Т.В. Анатомические поезда: миофасциальные меридианы для мануальной и спортивной медицины / пер. с англ. Москва: Эксмо, 2018. 302 с.
12. Патент РФ на изобретение № RU 2178263 C2. Михайлов А.М., Васильева Л.Ф. Способ диагностики неспецифических болевых мышечных синдромов в поясничном отделе позвоночника. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2178263C2_20020120. Дата обращения: 15.03.2024.
13. Патент РФ на изобретение № RU 2136209 C1. Михайлов В.П., Крейнс В.М., Сарнадский В.Н., и др. Способ выявления постурального дисбаланса. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2136209C1_19990910. Дата обращения: 15.03.2024.
14. Доценко В.И., Усачев В.И., Морозова С.В., Скедина М.А. Современные алгоритмы стабилметрической диагностики постуральных нарушений в клинической практике // Медицинский совет. 2017. № 8. С. 116–122. EDN: RZRQTF doi: 10.21518/2079-701X-2017-8-116-122
15. Цыкунов М.Б., Нигаматьянов Н.Р., Лукьянов В.И., и др. Диагностика постуральных нарушений методом компьютерной стабилметрии у детей с патологией позвоночника // Вестник восстановительной медицины. 2017. № 4. С. 10–16. EDN: ZFOTIX
16. Патент РФ на изобретение № RU 2497451 C1. Давыдов О.Д., Монтиле А.И., Марчук Ю.В., Кузнецова Н.Л. Способ диагностики функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2497451C1/ru>. Дата обращения: 15.03.2024.
17. Патент РФ на изобретение № RU 2165733 C2. Кондратьев И.В., Переяслов Г.А., Слива С.С., Усачев В.И. Способ оценки общего функционального состояния человека. Режим доступа: <https://patents.google.com/patent/RU2165733C2/ru>. Дата обращения: 15.03.2024.
18. Патент РФ на изобретение № RU 2545894 C2. Истомина Т.В., Сафронов А.И., Истомин В.В., и др. Способ диагностики двигательных расстройств. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2545894C2_20150410. Дата обращения: 15.03.2024.
19. Патент РФ на изобретение № RU 2297177 C2. Рыжков И.И., Бакурский С.Н., Кутепов М.М., Гребенникова И.Н. Способ оценки координации биоэлектрической активности паравертебральных мышц. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2297177C2_20070420. Дата обращения: 15.03.2024.
20. Патент РФ на изобретение № RU 2400134 C2. Небожин А.И., Елисеев Н.П., Беляков В.В. Способ оценки степени выраженности биомеханических нарушений в шейном отделе позвоночника. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2400134C2_20100927. Дата обращения: 15.03.2024.
21. Патент РФ на изобретение № RU 2121290 C1. Зойкин В.П., Павловичев С.А., Муллабаев А.А. Способ диагностики посттравматической функциональной нестабильности коленного сустава. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2121290C1_19981110. Дата обращения: 15.03.2024.
22. Патент РФ на изобретение № RU 2148948 C1. Васильева Л.Ф., Дюпин В.А. Способ электромиографической диагностики нарушения координации мышечных усилий. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2148948C1_20000520. Дата обращения: 15.03.2024.
23. Патент РФ на изобретение № RU 2085116 C1. Великсон В.М., Шапот Ю.Б., Кашанский Ю.Б. Способ оценки качества ходьбы больных с нарушением двигательной функции. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2085116C1_19970727. Дата обращения: 15.03.2024.
24. Патент РФ на изобретение № RU 2229263 C1. Смирнов Г.В., Рукина Н.Н., Буйлова Т.В. Способ оценки характера ходьбы у больных с патологией тазобедренного сустава. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2229263C1_20040527. Дата обращения: 15.03.2024.
25. Патент РФ на изобретение № RU 91837 U1. Живаев В.П., Прокопенко В.С., Прокопенко С.В., и др. Анализатор кинематических параметров ходьбы человека. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU91837U1_20100310. Дата обращения: 15.03.2024.
26. Патент РФ на изобретение № RU 2687004 C1. Рулев И.М. Способ изменения нагрузки на опорную поверхность при ходьбе. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2687004C1_20190506. Дата обращения: 15.03.2024.

REFERENCES

1. Patent RUS № RU 2134532 C1. Vasilieva LF, Schmidt IR, Kogan OG. *Method of diagnostics of static disorders in patients with chronic painful muscle syndromes*. (In Russ.) Available from: https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0002134532_19990820_C1_RU/. Accessed: 15.03.2024.
2. Patent RUS № RU 2238673 C1. Goshkoderya AV, Goshkoderya VA, Melnik DD, Tyutikov VI. *Method of differential diagnostics of posture disorders*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2238673C1_20041027. Accessed: 15.03.2024.
3. Patent RUS № RU 2532281 C1. Vasilevich SV, Goldberg YB, Arseniev AV, Dudin MG. *Method of screening diagnostics of musculoskeletal system disorders*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2532281C1_20141110. Accessed: 15.03.2024.
4. Patent RUS № RU 2680784 C1. Kolyagin Yul. *Method and device for numerical determination of postural disorders*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2680784C1_20190226. Accessed: 15.03.2024.
5. Kholod MA. Substantiation of scales for assessing the state of morphofunctional characteristics of the core muscles. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. 2022;(4):475–482. EDN: FUCDNZ doi: 10.34835/issn.2308-1961.2022.4.p475-482
6. Puranik S, Shenoy S. Surface electromyography analysis of core stabilizing muscles during isometric shoulder contractions in athletes with low back pain. *J Bodywork Movement Therapies*. 2023;(36):364–369. EDN: VFXFQU doi: 10.1016/j.jbmt.2023.04.019
7. Emami F, Yoosefinejad AK, Razeghi M. Correlations between core muscle geometry, pain intensity, functional disability and postural balance in patients with nonspecific mechanical low back pain. *Med Engineering Physics*. 2018;(60):39–46. doi: 10.1016/j.medengphy.2018.07.006

8. Calatayud J, Borreani S, Martin J, et al. Core muscle activity in a series of balance exercises with different stability conditions. *Gait Posture*. 2015;42(2):186–192. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.05.008
9. Wallden M. The middle crossed syndrome: New insights into core function. *J Bodywork Movement Therapies*. 2014;18(4):616–620. doi: 10.1016/j.jbmt.2014.09.002
10. Wallden M. Assessing and correcting the middle crossed syndrome. *J Bodywork Movement Therapies*. 2014;18(4):621–625. doi: 10.1016/j.jbmt.2014.09.003
11. Meiers TV. *Anatomical trains: Myofascial meridians for manual and sports medicine*. Transl. from English. Moscow: Eksmo; 2018. 302 p. (In Russ.)
12. Patent RUS № RU 2178263 C2. Mikhailov AM, Vasilieva LF. *Method of diagnostics of nonspecific painful muscle syndromes in the lumbar spine*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2178263C2_20020120. Accessed: 15.03.2024.
13. Patent RUS № RU 2136209 C1. Mikhailov VP, Kreines VM, Sarnadsky VN, et al. *Method of postural imbalance detection*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2136209C1_19990910. Accessed: 15.03.2024.
14. Dotsenko VI, Usachev VI, Morozova SV, Skedina MA. Modern algorithms of postural disturbances in clinical practice. *Med Council*. 2017;(8):116–122. EDN: RZRQTF doi: 10.21518/2079-701X-2017-8-116-122
15. Tsykunov MB, Nigamadianov R., Lukyanov VI, et al. Diagnosis of postural disorders using computer stabilometry in children with pathology of the spine. *Bulletin Rehabilit Med*. 2017;(4):10–16. EDN: ZFOTIX
16. Patent RUS № RU 2497451 C1. Davydov OD, Montile AI, Marchuk YV, Kuznetsova NL. *Method of diagnostics of functional disorders of the musculoskeletal system*. (In Russ.) Available from: <https://patents.google.com/patent/RU2497451C1/ru>. Accessed: 15.03.2024.
17. Patent RUS № RU 2165733 C2. Kondratyev IV, Pereyaslov GA, Sliva SS, Usachev VI. *Method of assessment of the general functional state of man*. (In Russ.) Available from: <https://patents.google.com/patent/RU2165733C2/ru>. Accessed: 15.03.2024.
18. Patent RUS № RU 2545894 C2. Istomina TV, Safronov AI, Istomin VV, et al. *Method of diagnostics of motor disorders*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2545894C2_20150410. Accessed: 15.03.2024.
19. Patent RUS № RU 2297177 C2. Ryzhkov II, Bakurskiy SN, Kutepov MM, Grebennikova IN. *Method of assessment of coordination of bioelectrical activity of paravertebral muscles*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2297177C2_20070420. Accessed: 15.03.2024.
20. Patent RUS № RU 2400134 C2. Nebozhin AI, Eliseev NP, Belyakov VV. *Method for assessing the degree of severity of biomechanical disorders in the cervical spine*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2400134C2_20100927. Accessed: 15.03.2024.
21. Patent RUS № RU 2121290 C1. Zoikin VP, Pavlovichov SA, Mullabaev AA. *Method of diagnostics of posttraumatic functional instability of the knee joint*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2121290C1_19981110. Accessed: 15.03.2024.
22. Patent RUS № RU 2148948 C1. Vasilieva LF, Dupin VA. *Method of electromyographic diagnostics of muscular effort coordination violation*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2148948C1_20000520. Accessed: 15.03.2024.
23. Patent RUS № RU 2085116 C1. Velikson VM, Shapot YB, Kashansky YB. *Method of assessing the quality of walking in patients with impaired motor function*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2085116C1_19970727. Accessed: 15.03.2024.
24. Patent RUS № RU 2229263 C1. Smirnov GV, Rukina NN, Builova TV. *Method of assessment of walking character in patients with hip joint pathology*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2229263C1_20040527. Accessed: 15.03.2024.
25. Patent RUS № RU 91837 U1. Zhivaev VP, Prokopenko VS, Prokopenko SV, et al. *Analyser of kinematic parameters of human walking*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU91837U1_20100310. Accessed: 15.03.2024.
26. Patent RUS № RU 2687004 C1. Rulev IM. *Method of changing the load on the supporting surface during walking*. (In Russ.) Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2687004C1_20190506. Accessed: 15.03.2024.

ОБ АВТОРАХ

* **Федулова Дарья Владимировна**, канд. биол. наук;
адрес: Россия, 620078, Екатеринбург, ул. Коминтерна, д. 14;
ORCID: 0000-0001-7289-3328;
eLibrary SPIN: 1631-4096;
e-mail: d.v.fedulova@urfu.ru

Бердюгин Кирилл Александрович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0003-2234-3111;
eLibrary SPIN: 8333-1452;
e-mail: kiralber73@rambler.ru

AUTHORS' INFO

Darya V. Fedulova, Cand. Sci. (Biology);
address: 14 Comintern street, 620078 Ekaterinburg, Russia;
ORCID: 0000-0001-7289-3328;
eLibrary SPIN: 1631-4096;
e-mail: d.v.fedulova@urfu.ru

Kirill A. Berdyugin, MD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0003-2234-3111;
eLibrary SPIN: 8333-1452;
e-mail: kiralber73@rambler.ru

*Автор, ответственный за переписку / Corresponding author