

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab114783>

Критерии диагностики дисфункции крестцово-подвздошного сустава у детей и подростков с болью в пояснично-крестцовом отделе позвоночника

Г.Н. Задорина-Негода¹, И.Н. Новосёлова^{1, 2}¹ Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии, Москва, Российская Федерация² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Боль в спине во многом связана со снижением объёма динамической двигательной активности на фоне увеличения статической нагрузки. У пациентов с активным образом жизни боль может возникать при нарушении техники выполнения упражнений, включая длительную асимметричную нагрузку, и при выполнении привычных нефизиологических движений. Всё это может приводить к вторичным костно-суставным нарушениям, таким как дисфункция крестцово-подвздошного сочленения, что часто является причиной неспецифической боли в спине. Учитывая неоднозначность существующей информации о вариантах, выраженности и значимости данной дисфункции, проведено исследование с целью систематизации данных и создания оптимального алгоритма диагностики.

Цель исследования — разработать систему диагностического обследования пациентов с болью в спине и сопутствующей дисфункцией крестцово-подвздошных суставов, позволяющую выявить основные причины формирования боли.

Материалы и методы. В проспективном исследовании приняли участие 54 пациента в возрасте от 7 до 18 лет (средний возраст $14,6 \pm 3,32$) с подтверждённой дисфункцией крестцово-подвздошного сустава и с исключением специфических причин боли в спине. Все пациенты были разделены на 2 группы, идентичные по числу, полу и возрасту участников. Проведено обязательное клинико-неврологическое и нейроортопедическое обследование с дополнительным мануальным и функциональным тестированием, включая тесты на нестабильной опоре и реабилитационном оборудовании (Alter G, TecnoBody, Oxyterra).

Результаты. Выявлены анамнестические предикторы возникновения дисфункции крестцово-подвздошного сочленения. Проанализированы особенности постуральных и биомеханических нарушений у детей и подростков при неспецифической боли в спине. Выявлены цервикальные нарушения, приводящие к вторичным костно-суставным дисфункциям, включая блокирование крестцово-подвздошного сочленения. Разработан диагностический алгоритм, позволяющий выявить основную причину боли в спине при наличии дисфункции крестцово-подвздошного сочленения.

Заключение. Предлагаемый диагностический алгоритм упрощает и систематизирует работу с группой пациентов, предъявляющих жалобы на боли в спине при наличии дисфункции крестцово-подвздошного сочленения. Повышается эффективность реабилитации за счёт возможности подбора оптимальной методики восстановления.

Ключевые слова: боль в спине; дисфункция крестцово-подвздошного сочленения; синдром подвздошно-поясничной мышцы; синдром квадратной мышцы поясницы; цервикальный уровень нарушений при боли в пояснице; диагностика при боли в спине.

Как цитировать

Задорина-Негода Г.Н., Новосёлова И.Н. Критерии диагностики дисфункции крестцово-подвздошного сустава у детей и подростков с болью в пояснично-крестцовом отделе позвоночника // Физическая и реабилитационная медицина, медицинская реабилитация. 2023. Т. 5, № 1. С. 17–29. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab114783>

DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab114783>

Diagnostic criteria of sacroiliac joint dysfunction in children and adolescents with pain in the lumbosacral region of the spine

Galina N. Zadorina-Negoda¹, Irina N. Novoselova^{1, 2}¹ Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russian Federation² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Back pain is addressed by physicians of many specialties. In many ways, it is associated with a decreased volume of dynamic motor activity and increased static loading. In patients with an active lifestyle, back pain often develops when the technique of physical exercises or habitual movements are violated, often leading to secondary osteoarticular disorders. One of the most common causes of non-specific back pain is sacroiliac joint dysfunction. The ambiguity of information on the types, severity and significance of sacroiliac joint dysfunction has urged us to systematize the existing data so as to create an optimal diagnostic algorithm for the discussed pathology.

AIM: To develop a system for examining patients with back pain so as to make the diagnostics of sacroiliac joint dysfunction more accurate.

MATERIALS AND METHODS: 54 patients aged 7–18 (mean age 14.6 ± 3.32) with pain in the lumbosacral spine were included in the study. All of them had the confirmed dysfunction of sacroiliac joint; specific causes of pain were excluded. The patients were divided into 2 groups, comparable in the number, sex, and age. The patients underwent a clinical neurological and neuroorthopedic examination with additional functional muscle testing, including the assessment of their overall and local muscle strength, elasticity, coordination, biomechanical characteristics, and muscle control. The state of the respiratory muscles (tonus, type of pain, irradiation, elasticity of ribs, etc.) was evaluated during the manual testing, too. A particular attention was paid to testing using an unstable support (redcord/exarta, fitballs and balancing pads). For the better objectivity of the findings, AlterG, TecnoBody, Oxiterra test devices were used additionally.

RESULTS: The anamnestic predictors for the development of sacroiliac joint dysfunction were revealed. The specifics of the postural and biomechanical disorders in children and adolescents with unspecific back pain were analyzed. Cervical disorders were found which promoted secondary osteoarticular dysfunction, including the sacroiliac joint block. A diagnostic algorithm has been developed to identify the underlying cause of back pain in the case of sacroiliac joint dysfunction.

CONCLUSION: The proposed diagnostic algorithm simplifies and systematizes the treatment of patients with sacroiliac joint dysfunction and complaints of back pain. The effectiveness of rehabilitation is improved due to a possibility to precisely select the rehabilitation technique.

Keywords: back pain; sacroiliac joint dysfunction; iliopsoas syndrome; quadratus lumborum syndrome.

To cite this article

Zadorina-Negoda GN, Novoselova IN. Diagnostic criteria of sacroiliac joint dysfunction in children and adolescents with pain in the lumbosacral region of the spine. *Physical and rehabilitation medicine, medical rehabilitation*. 2023;5(1):17–29. DOI: <https://doi.org/10.36425/rehab114783>

Received: 22.11.2022

Accepted: 24.11.2022

Published: 02.03.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Крестцово-подвздошные суставы (КПС) имеют перво-степенное значение для обеспечения нормального функционирования таза, включая перемещение тела в пространстве. Объём их движений зависит от многих причин и варьирует от неподвижности до 2–4° [1, 2]. Наиболее значимым движением в КПС является ротация относительно фронтальной плоскости в форме кивательного движения, которая может предшествовать движениям позвоночника при ходьбе и любой другой шаговой нагрузке (бег, подъём по лестнице и др.) [1–3]. Подтверждено, что с возрастом мобильность КПС уменьшается.

КПС необычен по форме и функции: он является истинным синовиальным суставом с мощным связочным аппаратом, который укрепляет суставную сумку и уменьшает его подвижность; у него отсутствуют мышцы, специфически приводящие сустав в движение. Наиболее частым функциональным нарушением в области таза является дисфункция или блокирование КПС [4, 5].

При визуальном осмотре выявляются несоответствие стояния остей и гребней подвздошных костей, асимметрия ягодичных складок, девиация стопы в положении лёжа на спине и косвенные признаки, требующие уточнения, такие как разница длины ног. При флексионном тесте во время наклона туловища вперёд пальпаторно в течение первых 20 секунд определяется феномен опережения (задняя ость подвздошной кости при сгибании смещается краниально). Спайн-симптом, или тест Джиллета, может выявить нарушение подвижности КПС при сгибании ноги в коленном и тазобедренном суставах в положении стоя. Аналог симптома Ласега — псевдосимптом Ласега (по К. Левит), феномен Патрика и симптом Меннеля, «обратный» симптом Ласега (симптом Вассермана) и симптом болезненного спазма подвздошной мышцы также могут подтвердить дисфункцию КПС. Применяются дополнительные (пружинные) тесты с надавливанием на подвздошные ости в положении лёжа на спине и на одну ость в положение на боку [1–3].

Существуют общепринятые подходы к диагностике и ведению пациентов с неспецифической болью в спине, при этом нет единого алгоритма поиска причины возникновения костно-суставных дисфункций и выявления вторичных нарушений, что позволило бы разработать оптимальную программу реабилитационного лечения с системой профилактики её рецидивов.

Цель исследования — разработать систему диагностического обследования пациентов с болью в спине для выявления причин и варианта дисфункции КПС.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Перспективное рандомизированное исследование эффективности общепринятого подхода к диагностике

дисфункции КПС и разработанного на его основе диагностического алгоритма.

Критерии соответствия

Критерии включения: пациенты от 7 до 18 лет с неспецифической болью в спине и/или нарушением двигательной активности на фоне дисфункции КПС.

Критерии невключения: пациенты со специфическими причинами боли в спине (травмы, компрессионные синдромы, объёмные образования, эндокринные нарушения и др.).

Условия проведения

Исследование выполнено на базе клиники спортивной медицины Smart Recovery и клиники инновационных технологий (КИТ) в период с февраля 2019 по сентябрь 2022 г.

Описание медицинского вмешательства

Всем пациентам для исключения специфических причин боли и подтверждения дисфункции КПС проведено клиническое, неврологическое и нейроортопедическое обследование с обязательным включением флексионного теста для выявления феномена опережения и спайн-симптома (тест Джиллета) и дополнительно разработанных функциональных тестов. При выявлении симптомов, указывающих на возможную патологию крупных суставов, проводились дополнительные ортопедические тесты с определением флексии/экстензии, приведения/отведения и ротации данных суставов с визуализацией при помощи компьютерной или магнитно-резонансной томографии для уточнения диагноза. При обследовании позвоночника определяли симметрию/асимметрию ключевых биомеханических зон, мобильность и существующие ограничения при движении.

Пациенты были разделены на две группы. Пациентам первой группы проводилось общепринятое диагностическое тестирование (клиническое, неврологическое и нейроортопедическое). Для подтверждения дисфункции КПС выполнялись флексионный тест и спайн-симптом. Данные тесты были выбраны из-за ряда преимуществ: минимальные временные затраты при их проведении, отсутствие необходимости в большом пространстве и специальных приспособлений для их проведения, точность диагностики при владении мануальными навыками.

Во второй группе дополнительно к основному тестированию проводились функциональные тесты, направленные на определение тонико-фазического баланса, с подтверждением полученных результатов на реабилитационных аппаратах с биологической обратной связью (Primus, Oxyterra, Alter G, TecnoBody). При функциональном тестировании производили визуальную оценку, определяли эластичность и силу мышц, тестировали поструральный баланс и особенности мышечного контроля с мануальной оценкой тонусных и структурных особенностей группы мышц, имеющих важное поструральное значение (лестничные мышцы, диафрагма, подвздошно-поясничные мышцы).

Визуальное тестирование проводили в положении стоя, сидя и лёжа на спине. Обращали внимание на особенности зоны лордоза позвоночника на шейном и поясничном уровнях, степень протракции головы и плеч, особенности положения лопаток и таза.

Оценку мышечной эластичности производили с помощью нескольких тестов:

- 1) определения угла подъёма ноги из положения лёжа на спине (тест подъёма прямой ноги — *straight leg raise test*), «псевдосимптом» Ласега (по К. Lewit) с обязательной оценкой симметрии выполнения, особенно у пациентов с высокой эластичностью;
- 2) фиксации угла наклона туловища при переходе из положения лёжа на спине в положение сидя с удержанием прямой спины и выпрямленных ног (симптом «треножника»);
- 3) наклона туловища с определением расстояния от кончиков пальцев до пола с возможностью отрицательных величин при высокой эластичности, например при касании пола ладонями;
- 4) при необходимости проводились дополнительные тесты для групп мышц (фронтальные, задние, диагональные и боковые мышечные ленты); тесты Томаса, Обера и др., а также изолированные тесты для подлопаточной мышцы, передней зубчатой и четырёхглавой мышцы бедра с помощью локальных тестов.

Тестирование мышечной силы проводилось мануально по 6-балльной системе (*Medical Research Council Weakness Scale, MRC*) и с помощью тестовых упражнений на тренажёрах блокового типа или на аппарате *Primus*. При диагностике определялось внимание на симметрию мышечной силы и биомеханические особенности выполнения движений с анализом возможного компенсаторного включения других мышечных групп.

Постуральная оценка включала PNF-тестирование (проприоцептивная нейромышечная фасилитация) для определения возможности включения паттернов лопатки и таза; слинг-тестирование на подвесной системе и выполнение разработанных тестовых упражнений на фитболах, начиная с простых упражнений на удержание на спине и животе с последующим повышением уровня сложности по принципу ступенчатой прогрессии. Мышечный контроль оценивали во время всего постурального тестирования.

Сложнофункциональные тесты, например определение мышечной силы, координации и мышечного контроля в системе нестабильной опоры, также проводили в системе градации по сложности. При острой боли данное тестирование осуществлялось только в условии поддержки на подвесах, закреплённых на прорезиненных тросах.

Активность постуральных мышц оценивали в трёх системах: рефлекторное включение аксиальных мышц в системе нестабильной опоры; особенности работы мышечных лент и вовлечённость дыхательных мышц, имеющих постуральное значение. Данные тесты дополняли

мануальной оценкой лестничных мышц, диафрагмы и подвздошно-поясничных мышц. Мануальное тестирование, направленное на определение особенностей тонуса и основных характеристик мышц (болезненность, иррадиация и др.), проводили по модернизированной системе Ф.А. Хабирова — индексу мышечного синдрома [6].

Для подтверждения полученных при функциональном тестировании данных была проведена дополнительная оценка на реабилитационном оборудовании с биологической обратной связью: *Primus* — для цифровизации силовых характеристик с возможностью подтверждения асимметричного развития мышечных лент; антигравитационная беговая дорожка *Alter G* — для оценки опорной нагрузки (распределение опоры, длина шага, особенности постановки стопы и другие характеристики); стабил-платформа *TespоBody* — для определения вертикальной стабильности на устойчивой и нестабильной платформе, с визуальным контролем и при закрывании глаз; аппарат для гипоксии-гипероксических тренировок *Oxyterra* — для оценки функционального состояния дыхательной мускулатуры и других физиологических параметров.

Этическая экспертиза

Исследование одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ НИИ НДХиТ Департамента здравоохранения г. Москвы (протокол заседания № 5 от 28.09.2020).

Статистический анализ

Статистическая обработка результатов выполнена с помощью пакета прикладных программ *IBM SPSS Statistics 20*.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Объекты (участники) исследования

В исследовании приняли участие 54 пациента в возрасте от 7 до 18 лет с жалобами на боли в спине или двигательные нарушения с подтверждённой дисфункцией КПС без сопутствующих органических причин данной боли. Все пациенты были разделены на две равные по числу человек (по 27) группы, идентичные по возрасту, полу и индексу массы тела. Средний возраст составил $14,6 \pm 3,32$ года; в обеих группах преобладало количество девочек (мальчиков — 12, девочек — 42); индекс массы тела варьировал от 17,6 до 24,8. Деление происходило по принципу очерёдности обращения; первоначально происходил набор в первую группу.

Количество детей и подростков, профессионально занимающихся различными видами спорта (художественная и спортивная гимнастика, акробатика, хоккей, футбол, теннис, плавание, горные лыжи), спортсменов-любителей и детей, не занимающихся спортом, в каждой группе было также идентичным (количество спортсменов — 38, количество детей, не занимающихся спортом, — 16).

Основные результаты исследования

В результате проведенного исследования были систематизированы жалобы и анамнестические данные. Выявлены нетипичные жалобы, знания о которых позволяют увеличить точность диагностики на ранних этапах, что в дальнейшем улучшит прогноз.

Наиболее характерными жалобами при дисфункции КПС были боли в пояснично-крестцовой области. Боль по типу триады тазобедренного сустава с жалобами на боль в области ягодич, по заднебоковой поверхности бедра и в области паховой складки имели от 25 до 29% пациентов (табл. 1).

Реже встречалось асимптомное по жалобам течение, когда при наличии дисфункции КПС не было указаний на боль в области крестцово-поясничной зоны и тазовой области, а беспокоила боль в области колена или стопы. Среди участников исследования были пациенты с жалобами на боль в периферических суставах нижних конечностей, усиливающуюся на фоне возникновения дисфункции КПС, что свидетельствует о риске вторичных изменений данных суставов на фоне снижения амортизации из-за нарушения мышечного баланса корпуса при данных костно-суставных нарушениях (табл. 2).

При анализе причин болевого синдрома было проведено дополнительное обследование и с помощью магнитно-резонансной томографии периферических суставов

подтверждены периферические артралгии без органической суставной патологии.

Наиболее распространенными причинами возникновения нарушения подвижности крестцово-подвздошного сочленения в обеих группах были резкие скручивающие движения туловища и/или высокоамплитудный шаг. При специфической нагрузке у спортсменов причиной блокирования КПС являлись привычные асимметричные или одномоментные резкие движения, включающие передний или задний подъем таза (табл. 3). При данной патологии характерны анамнестические косвенные признаки в виде привычной опорной нагрузки на одну ногу в положении стоя и привычное удержание этой же ноги в положении сидя — «нога на ногу» (87% случаев), приводящие к привычному растяжению мышц с последующей гипотонией и/или функциональной недостаточности мышц ягодичной области.

При оценке дисфункции КПС выявлены различные варианты нарушения мобильности: краниальное стремление при выполнении флексионного теста и гипокинезия в тесте Джиллета; краниальное движение при выполнении двух указанных тестов; односторонняя гипокинезия при выполнении первого и второго теста при нормальном функционировании контралатерального сустава; также отмечались двусторонний патологический паттерн движения и гипермобильность КПС. Степень смещения при проведении функциональных тестов варьировала от нескольких миллиметров до 1,5–2 см.

Таблица 1. Локализация боли

Table 1. Pain localization

Жалобы	Группа 1 n=27	Группа 2 n=27
Боль в пояснично-крестцовом отделе позвоночника	17	14
Боль в паховой области	8	7
Триада боли (ягодичная область, паховая область и область бедра)	6	5
Боль в области вертела	3	2
Изолированная боль в области коленного или голеностопного сустава	2	1
Боль в области коленных, голеностопных суставов и стопы, сочетающаяся с болью в области поясницы или без вертеброгенных жалоб	4	5

Таблица 2. Болевые синдромы

Table 2. Pain syndromes

Симптом	Параметр	Группа 1	Группа 2
Боль	Интенсивность боли в спине по визуальной аналоговой шкале (ВАШ)	60,63±23,6	71,33±16,2
	Длительность боли (острая, подострая, хроническая)	До 4 нед — 5%	До 4 нед — 3%
		4–12 нед — 80%	4–12 нед — 82%
	>12 нед — 15%	>12 нед — 15%	
Асимптомное безболевое течение при синдроме подвздошно-поясничной мышцы	Артралгии без органической патологии (боль в области коленного или голеностопного сустава)	2	1

Таблица 3. Предикторы дисфункции крестцово-подвздошных суставов**Table 3.** Predictors of sacroiliac joint dysfunction

Анамнез (предшествующее действие или нагрузка)	Группа 1 n=27	Группа 2 n=27
Скручивающее движение	17	21
Шаговая нагрузка	5	7
Асимметричная мышечная работа, повторяющаяся многократно	21	19
Без явных причин	6	4

Таблица 4. Типы сопутствующих нарушений**Table 4.** Types of comorbidities

Признак	Группа 1 n=27	Группа 2 n=27
Слабость большой ягодичной мышцы (одно- и двусторонняя)	26	25
Слабость средней ягодичной мышцы (одно- и двусторонняя)	27	27
Слабость подвздошно-поясничной мышцы с асимметричным поднятием ноги (латеральный ход)	15	14
Односторонняя слабость широчайших мышц	27	26
Наружная девиация стопы (одно- и двусторонняя)	18	20
Снижение коленного рефлекса без нарушений или с нечёткими чувствительными нарушениями без достоверных признаков компрессии корешка L4	3	5
Двусторонняя ригидность или асимметрия задней фронтальной миофасциальной ленты	27	27

Выявлена зависимость высокой интенсивности боли с более выраженным односторонним смещением. Важно отметить, что нарушение подвижности КПС выявлялось как на стороне болевого синдрома, так и на контралатеральной стороне.

Вторичные нарушения. При дисфункции КПС у 75% пациентов, кроме болевого синдрома и ограничения мобильности, выявлены вторичные моторные нарушения в виде негрубой функциональной слабости (4 балла) большой и средней ягодичных мышц в сочетании с аналогичной слабостью в проксимальном отделе бедра (тест подвздошно-поясничной мышцы). При визуальном тестировании можно было выявить косвенные признаки слабости и гипотонии: наружная девиация стопы в положении лёжа на спине и наружная девиация бедра при флексии в тазобедренном суставе в положении как сидя, так и лёжа на животе и на спине (табл. 4).

При мышечном тестировании оценка силы квадратной мышцы поясницы не проводилась из-за высокого риска усиления болевого синдрома.

При проведении нейроортопедического и мануального тестирования выявлено несколько клинических вариантов дисфункций КПС — от монодисфункции с изолированным локальным костно-суставным нарушением мобильности при острой боли в спине до комплексного нарушения с сопутствующими мышечно-тоническими и миофасциальными нарушениями (синдром квадратной мышцы поясницы,

подвздошно-поясничной мышцы, синдром илиотибиального тракта и даже цервикальный уровень вовлечения, сочетающийся с протракцией шеи, тенденцией к реклинации головы, а также с элевацией и протракцией плеч).

Цервикальный уровень нарушений подтверждался при всех проводимых тестах. При визуальной диагностике выявлялась протракция головы (рис. 1а), элевация и протракция плеч (рис. 1б), отмечалась невозможность длительного сохранения положения лежа на боку без компенсации зоны цервикального бокового лордоза с помощью подушки или аналогичной поддержки. Данные нарушения возникали из-за выраженного мышечно-тонического синдрома лестничных мышц, передних зубчатых мышц и мышц, поднимающих лопатку, приводящих к фиксации постуральных изменений с невозможностью расслабить спазмированные мышцы (рис. 1с, табл. 5). Отмечалось снижение эластичности задней фронтальной мышечной ленты с визуальным усилением цервикального лордоза в момент тестирования, снижение силы верхних и нижних конечностей из-за недостаточной активности мышц корпуса и значительной нагрузки на мышцы шеи с усилением протракции головы во время измерения, снижение постуральной активности на фоне повышения мышечного тонуса вторичных дыхательных мышц. У этих детей и подростков возникали существенные трудности с выполнением сложно-координационных движений.



Рис. 1. Мышечно-тонический синдром лестничных мышц с формированием «цервикальной арки» в положении лёжа на спине (а); элевация плеч (подъём выше горизонтальной линии) в расслабленном состоянии лёжа на спине (b); выраженный мышечно-тонический синдром на плечелопаточном уровне, не позволяющий расслабить мышцы, окружающие лопатку (с).

Fig. 1. Muscular-tonic syndrome of the scalene muscles with the formation of a "cervical arch" in the supine position (a); pronounced elevation of the shoulders (rise above the horizontal line) in the relaxed state of lying on the back (b); pronounced muscular-tonic syndrome at the shoulder-scapular level does not allow to relax the muscles surrounding the scapula (c).

Таблица 5. Варианты поструральных нарушений

Table 5. Variants of postural disorders

Симптом	Параметр	Группа 1 n=27	Группа 2 n=27
Постуральные нарушения, особенности биомеханики	Протракция шеи, гиперэкстензия головы (шейный гиперлордоз)	7	5
	Протракция плеч	8	10
	Поясничный гиперлордоз	12	14



Рис. 2. Функциональный гиперлордоз с формированием «поясничной арки» на фоне выраженного мышечно-тонического синдрома поясничных мышц (а); регресс «арки» поясничного лордоза на фоне реабилитации (b).

Fig. 2. Functional hyper lordosis with the formation of a "lumbar arch" on the background of an expressed muscular-tonic syndrome of the lumbar muscles (a); regression of the "arch" of the lumbar owner against the background of recovery (b).

Типы дисфункций КПС:

- 1) монодисфункция КПС — поверхностный уровень костно-суставных нарушений без сопутствующего изменения тонуса окружающих мышц (наиболее часто — остро возникшая дисфункция при резком асимметричном движении);
- 2) синдром квадратной мышцы поясницы (дисфункция КПС, возникшая на фоне одностороннего спазма квадратной мышцы поясницы или вторично присоединившиеся нарушения, развившиеся при длительно сохраняющейся монодисфункции. Возможно развитие
- 3) анталгического сколиоза с гипотонией квадратной мышцы поясницы на противоположной стороне; синдром подвздошно-поясничной мышцы: дисфункция КПС с сочетанным синдромом подвздошно-поясничных мышц и формированием поясничного гиперлордоза (рис. 2), функционального гиперкифоза на поясничном уровне при флексии туловища с сочетанной гипотонией ягодичных мышц и вторичными нарушениями илиотибиального тракта. Данные изменения сочетаются с тонусным нарушением квадратных мышц;

4) цервикальный уровень с комплексным нарушением осанки и биомеханики движений, приводящим к привычной дисфункции КПС: данный уровень всегда характеризуется выраженным тонико-фазическим дисбалансом с мышечно-тоническим синдромом фазических мышц, недостаточностью аксиальной мускулатуры, асимметрией работы мышечных лент и нарушением функции дыхательной мускулатуры.

Тестирование на аппарате Alter G позволило подтвердить асимметричное распределение нагрузки при дисфункции КПС с перераспределением веса на ногу со стороны дисфункции и асимметричной длине шага в 92% случаев (рис. 3, 4). В остальных случаях отмечены смена сторон или избыточное перераспределение на противоположную сторону, сочетаемое с дезактивацией широчайших мышц.

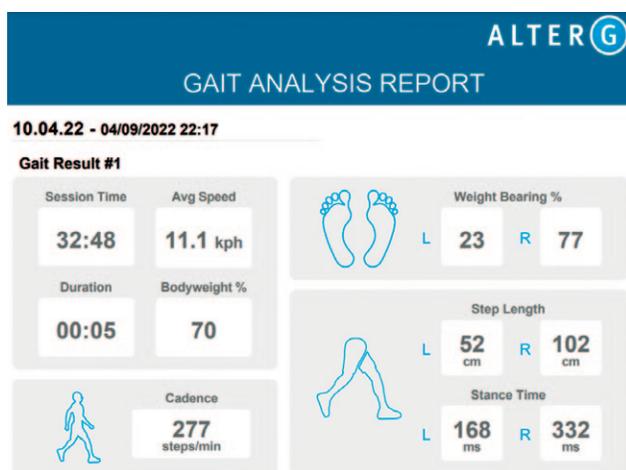


Рис. 3. Анализ ходьбы на аппарате Alter G с перераспределением веса на ногу со стороны дисфункции крестцово-подвздошных суставов.

Fig. 3. Analysis of walking on the Alter G apparatus with redistribution of weight on the leg from the side of sacroiliac joint dysfunction.

При тестировании вертикальной стабильности на стабиллоплатформе TecnoBody выявлялась нестабильность с избыточной опорой на ногу со стороны поражения (рис. 5).

Оценка функционального состояния дыхательной мускулатуры на оборудовании Oxyterra позволила определить состояние как основных, так и вспомогательных дыхательных мышц, выполняющих и поструральную функцию, отвечая за положение тела и его баланс, в том числе в системе нестабильной опоры. Дыхательные мышцы, доступные пальпации, тестировались и с помощью мануальных техник с оценкой по системе, предложенной Ф.А. Хабировым. У пациентов с нарушениями, выявленными при гипокси-гипероксическом тестировании в виде невозможности стабильного удержания сатурации с графиком по типу «зубчатки» (рис. 6) и отсутствием выносливости



Рис. 4. Тестирование стереотипа движения на аппарате Alter G в различных режимах облегчения веса (от 20 до 100% собственного веса) с контролем скорости движения от 0,1 до 15 км/ч.

Fig. 4. Carrying out testing of the movement stereotype on the Alter G apparatus in various modes of lightening the weight (from 20% of its own weight to 100%) with control of the movement speed from 0.1 to 15 km/h.

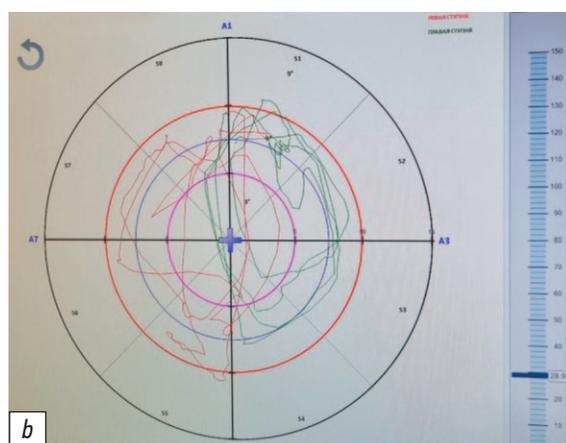
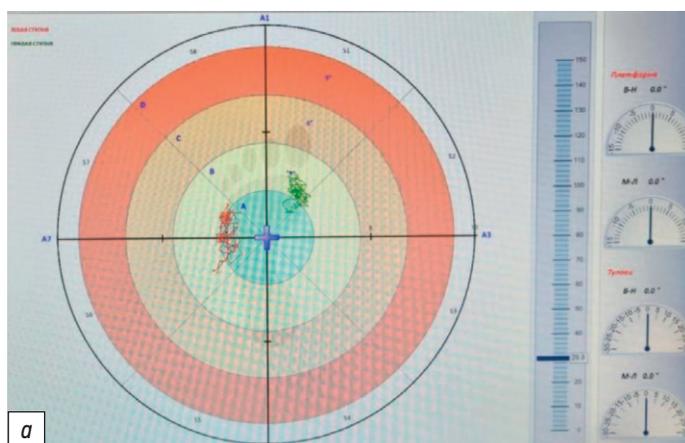


Рис. 5. Стабиллоплатформа TecnoBody: оценка вертикальной стабильности (а); оценка мышечного контроля при выполнении заданного движения (б).

Fig. 5. TecnoBody apparatus: assessment of vertical stability (a); assessment of muscle control when performing a given movement (b).

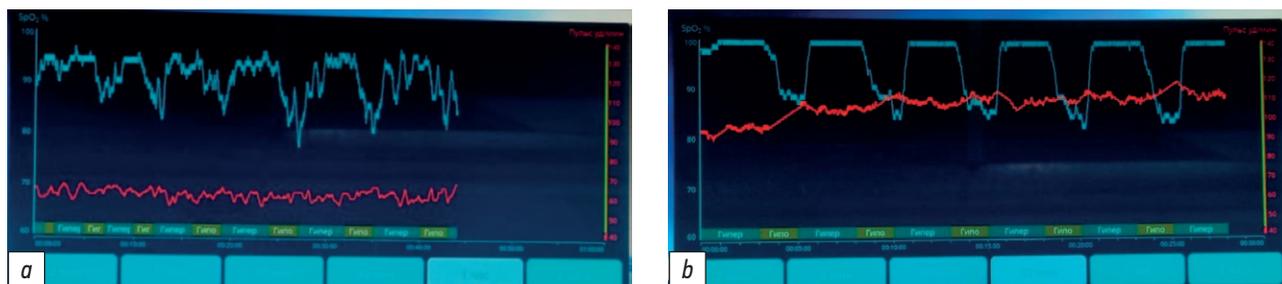


Рис. 6. Анализ графиков на аппарате Oxyterra: при выявлении спазма дыхательной мускулатуры с лестничным удержанием сатурации (а); во время тренировки при стабильных показателях сатурации (б).

Fig. 6. Analysis of graphs on the Oxyterra apparatus: when a spasm of the respiratory muscles with ladder retention of saturation is detected (a); graph obtained during training with stable saturation figures (b).

Таблица 6. Вторичные нарушения, возникающие при дисфункции крестцово-подвздошных суставов

Table 6. Secondary disorders arising from sacroiliac joint dysfunction

Уровень вторичных нарушений		Группа 1 n=27	Группа 2 n=27
Функциональные парезы	Большая ягодичная мышца	16	18
	Средняя ягодичная мышца	21	20
	Подвздошно-поясничная мышца	17	15
Дисфункция мышечных лент (асимметрия или несостоятельность на фоне функционального монопареза)	Задняя поверхностная, задняя диагональная лента	27	27
	Фронтальная поверхностная, глубинная фронтальная, фронтальная диагональная лента	27	27
	Латеральная лента	27	27
Функциональная активность тонических мышц	Постуральная нестабильность, выявляемая в горизонтальной системе оценки	14	13
	Постуральная нестабильность, выявляемая в вертикальной системе оценки	15	15
Нарушение мышечного тонуса (индекс мышечного синдрома)	Лестничные мышцы	21	19
	Диафрагма	18	17
	Подвздошно-поясничные мышцы	22	21
Мышечный баланс	Тонико-фазический дисбаланс	27	27

к гипоксической нагрузке, были отмечены и изменения мышечного тонуса в виде увеличения сопротивления и болевой реакции при пальпации.

Таким образом, были выявлены основные варианты нарушений миофасциального баланса, приводящие к формированию костно-суставных дисфункций: локальные изменения мышечного тонуса (наиболее часто — большие ягодичные или квадратные мышцы), нарушение работы групп мышц (илиотибиальный тракт, диагональные мышечные ленты, включающие большие ягодичные и широчайшие мышцы, а также грудные и косые мышцы живота) с формированием привычных асимметричных паттернов движения и нарушением тонико-фазического баланса тела, наиболее часто с избыточным напряжением фазических мышц при недостаточности тонической мускулатуры.

Не всегда удаётся ответить на вопрос, первично или вторично возникла дисфункция КПС, так как возможны оба механизма развития мышечных и костно-суставных нарушений. Но в любом случае при нарушении мобильности данного сустава возникает целый ряд сложностей (табл. 6).

Диагностический алгоритм выявления дисфункции КПС (рис. 7)

1. На основании клинического и неврологического обследования исключается специфическая боль в спине.
2. При выявлении дисфункции КПС необходимо проведение дополнительного обследования для уточнения первопричин данных изменений. При острой боли используется упрощённое тестирование с исключением значимой нестабильности для предотвращения усиления болевого синдрома.

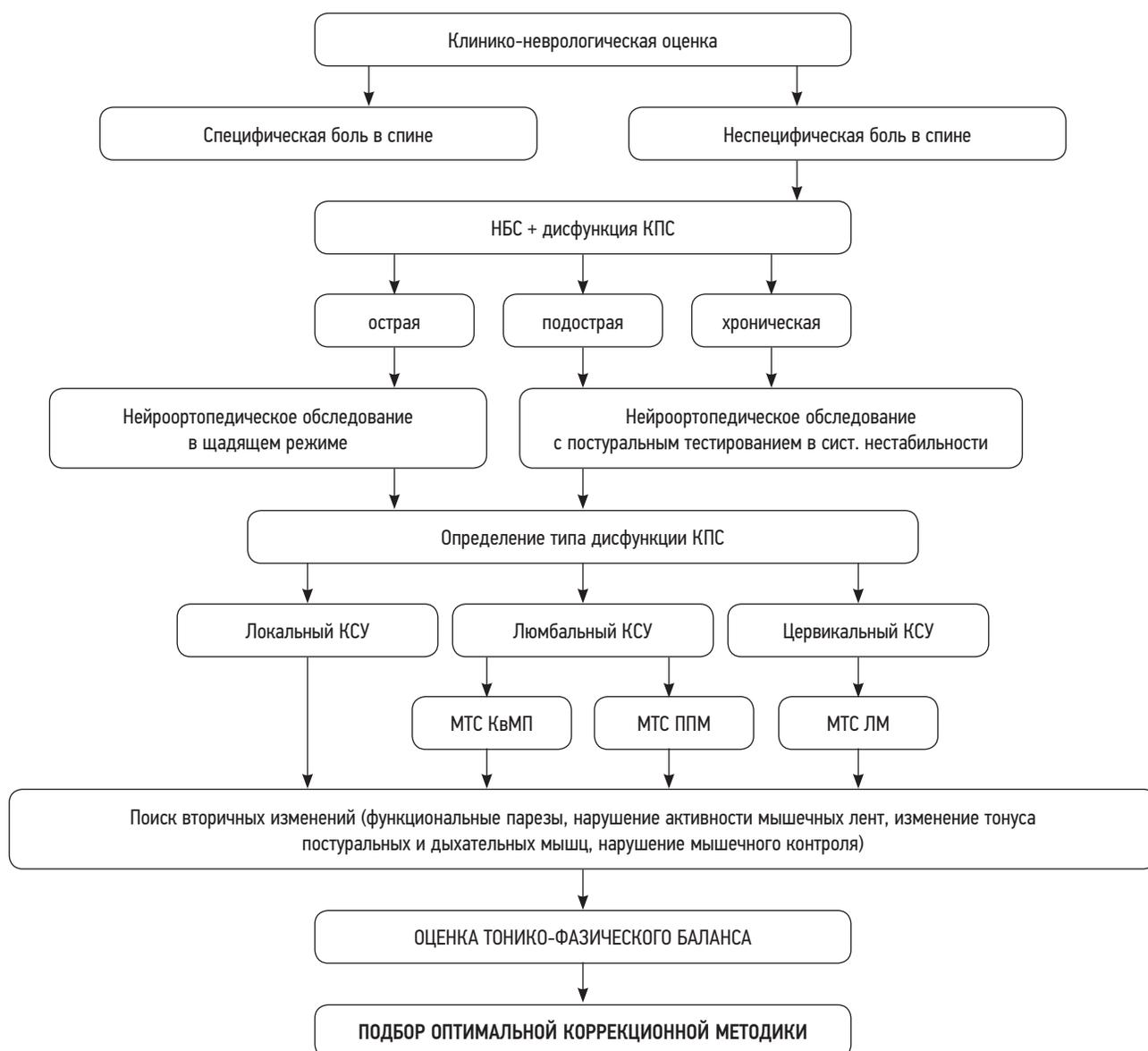


Рис. 7. Диагностический алгоритм выявления дисфункции крестцово-подвздошного сустава (КПС). НБС — неспецифическая боль в спине; КСУ — костно-суставной уровень; МТС — мышечно-тонический синдром; КвМП — квадратная мышца поясницы; ППМ — подвздошно-поясничная мышца; ЛМ — лестничные мышцы.

Fig. 7. Diagnostic algorithm for detecting dysfunction of the sacroiliac joint (КПС). НБС — nonspecific back pain; КСУ — bone-articular level; МТС — musculo-tonic syndrome; КвМП — square muscle of the lower back; ППМ — iliopsoas muscle; ЛМ — scalene muscles.

3. Определяется тип дисфункции КПС с помощью визуальной оценки, мануального, функционального и пострурального тестирования, в том числе на оборудовании с нестабильной опорой.
4. Проводится поиск вторичных изменений (функциональные парезы, нарушение активности мышечных лент, тонуса поструральных и дыхательных мышц, нарушение мышечного контроля).
5. Оценивается тонико-фазический баланс (соотношение характеристик фазических и тонических мышц, мышечных лент и дыхательных мышц).
6. При необходимости проводится дополнительное инструментальное обследование на аппаратах Alter G,

ТесноBody или аналогичных стабилоплатформах, Oxiterra.

В обеих группах нарушение функционирования КПС у детей и подростков, занимающихся спортом, ассоциировалось с асимметричной специфической нагрузкой и недостаточностью общей физической подготовки. Учитывая фактор риска возникновения повторных дисфункций КПС у спортсменов, продолжающих тренироваться, приводящий к частым рецидивам и ограничивающий реабилитацию из-за необходимости обращения к врачу, был разработан тест для самодиагностики (рис. 8). При тестировании оценивалась возможность симметричного удержания тела с опорой одной ногой на фитболе, второй —

самостоятельно на условной линии, соединяющей пятки и сохраняющей параллельность полу (критерием правильности выполнения упражнения является правильное положение таза и ног, т.е. нахождение в одной плоскости, также параллельно полу).

ОБСУЖДЕНИЕ

Резюме основного результата исследования

Создан диагностический алгоритм, позволяющий определить ведущую причину дисфункции КПС.

Обсуждение основного результата исследования

Общеизвестны диагностические алгоритмы, применяемые в неврологической и ортопедической практике. Основная цель использования алгоритмов — выявление патологии, требующей специфического лечения (объёмные образования, радикулопатии, стенотические изменения, миелопатии различного генеза, травмы позвоночника и др.). Данные алгоритмы включают анкетирование по системе «красных флагов», неврологический осмотр, часть из них включает нейроортопедические тесты, направленные на выявление суставной дисфункции. Значительная часть болей в спине является неспецифической: это костно-суставные и мышечно-тонические нарушения, а именно дисфункции фасеточных, крестцово-подвздошных суставов и мышечные синдромы (мышечно-тонические, миофасциальные и фибромиалгические) [7–9]. В рутинной практике врачи встречаются с трудностями при выявлении причины боли в спине, т.к. суставные и мышечные дисфункции могут иметь различный генез.

В результате проведённого обследования удалось выявить несколько уровней дисфункций КПС: локальный при случайно возникшей дисфункции самого сустава, причиной которого может быть резкое скручивание или избыточная шаговая нагрузка; региональный с возникновением мышечного дисбаланса ближайшей к крестцу зоне с формированием вторичных нарушений мобильности данного сустава или поддержанием уже существующих изменений; отдалённый, возникающий при нарушении мышечного баланса на цервикальном уровне или при тонико-фазическом дисбалансе. Данные предположения были подтверждены при спонтанном восстановлении мобильности КПС за счёт нормализации мышечного тонуса на различных уровнях (квадратные мышцы поясницы, подвздошно-поясничные и лестничные мышцы).

Наиболее сложной задачей при проведении диагностического обследования является установление взаимосвязи между имеющимися жалобами и структурными или функциональными нарушениями. Необходимо проведение полноценного обследования, чтобы ошибочно не принять неспецифическую патологию за истинную причину боли в спине и выявить все имеющиеся нарушения. Это



Рис. 8. Самодиагностика: невозможность удержания ноги и/или таза на стороне поражения из-за усиления боли или слабости ягодичных мышц.

Fig. 8. Self-diagnosis: inability to hold the leg and pelvis on the affected side due to increased pain or weakness of the gluteal muscles.

наиболее актуально для пациентов с магнитно-резонансными признаками протрузий и грыж межпозвоночных дисков, особенно при выявлении некоторого снижения мышечной силы, например в проксимальном отделе бедра на фоне мышечно-тонического синдрома подвздошно-поясничной мышцы с сопутствующим изменением коленных рефлексов. Данные изменения легко принять за признаки радикулопатии L4. Но во время проведения исследования нами был зафиксирован регресс выявленной негрубой неврологической симптоматики в течение одного или нескольких сеансов мягкой мануальной терапии, направленной на восстановление физиологического мышечного тонуса, что подтверждает неспецифичность выявляемых изменений и отсутствие связи с истинной невралной компрессией. Слабость ягодичных мышц на фоне дисфункции КПС можно отнести как к признаку органической неврологической патологии, так и к функциональным парезам, возникающим при рефлекторном мышечном спазме одних зон и гипотонии других на фоне суставной дисфункции. На практике, при обследовании данной группы детей и подростков после восстановления суставной подвижности КПС и мышечного баланса признаки функциональной недостаточности регрессировали. В связи с этим необходима определённая осторожность при неврологическом обследовании, чтобы не допустить необоснованной гипердиагностики. Минимизировать риск данных ошибок помогает соблюдение предложенного алгоритма и следование его этапам, иначе наиболее вероятная причина дисфункции КПС, а также непосредственно боли в спине могут быть не выявлены при проведении неполного тестирования.

Подтверждён ряд движений, которые могут приводить к возникновению дисфункции КПС, провоцируя или усиливая боль в спине: это скручивание позвоночника и шаговая нагрузка, особенно высокоамплитудная. К усилению болевого синдрома могут привести и резкие движения, в том числе при работе на балансировочном оборудовании. Соответственно, необходимо соблюдать осторожность

при подборе тестов и восстановительных методик: одни и те же манипуляции или движения могут как восстановить физиологическую подвижность КПС, так и спровоцировать костно-суставные нарушения.

Вопреки мнению о преимущественной частоте боли в спине у детей, ведущих малоподвижный образ жизни, выявлена неспецифическая боль в спине у большого количества детей, занимающихся спортом, в том числе профессиональным [10, 11]. Так, выявлены наиболее частые причины боли в результате асимметричного развития мышечных лент, даже при высоком уровне профессиональной подготовки за счёт большого процента специфических упражнений и недостаточного внимания к общей физической подготовке. Костно-суставные и локальные миофасциальные изменения приводят к нарушению мышечного баланса, который по принципу «замкнутого круга» увеличивается, приводя к тонико-фазическому дисбалансу. Таким образом, может формироваться хроническая боль в спине, ограничивая спортивную деятельность.

Косвенные признаки дисфункции КПС в виде латерализации бедра при флексии или экстензии в тазобедренном суставе, девиации стопы и нарушении опорной нагрузки можно выявить при рутинном врачебном осмотре и подтвердить с помощью разработанной системы диагностики. Алгоритм диагностики позволит уточнить причину боли или моторной дисфункции и разработать в последующем оптимальную реабилитационную программу, сократив сроки восстановления и увеличив эффективность лечения.

Учитывая возможность наличия дисфункции КПС при нарушении тонико-фазического баланса, необходимо проведение именно комплексной программы реабилитации, направленной на восстановление всех уровней, нарушивших двигательный стереотип. Восстановительное лечение требует повторного динамического обследования, т.к. при проведении тренировок в любой момент может измениться нейроортопедический статус с возникновением необходимости восстановления нейтральной биомеханики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисфункция КПС не является случайной находкой: это или локальная дисфункция, требующая максимально быстрой коррекции для предотвращения развития хронических болевых синдромов, или индикатор выраженных

нарушений на других вертебрологических уровнях, корректирующихся по принципу иерархии, начиная с цервикального уровня.

Благодаря проведённому исследованию систематизированы наиболее характерные жалобы, выявлены атипичные проявления и подтверждены безболевыми формами с вторичными артралгиями нижних конечностей на фоне механической перегрузки из-за тонико-фазического дисбаланса. Учитывая полученные данные о возможности бессимптомных нарушений подвижности КПС, при выявлении неуточнённых артралгий в области периферических суставов нижних конечностей необходимо проводить полный скрининг для уточнения постурального статуса.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

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

Вклад авторов. Г.Н. Задорина-Негода, И.Н. Новоселова — концепция, дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи, редактирование; Г.Н. Задорина-Негода — сбор и обработка материала, написание рукописи. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ADDITIONAL INFORMATION

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

Competing interests. The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Authors contribution. G.N. Zadorina-Negoda, I.N. Novoselova — the concept and design of the study, editing, approval of the final version of the manuscript; G.N. Zadorina-Negoda — collecting material, writing the manuscript. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria, 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cohen S.P., Chen Y., Neufeld N. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment // *Expert Rev Neurother.* 2013. Vol. 13, N 1. P. 99–116. doi: 10.1586/ern.12.148
2. Vanelderden P., Szadek K., Cohen S.P. Sacroiliac joint pain // *Pain Pract.* 2010. Vol. 10, N 5. P. 470–478. doi: 10.1111/j.1533-2500.2010.00394
3. Исайкин А.И., Кузнецов И.В., Кавелина А.В., Иванова М.А. Неспецифическая люмбагия: причины, клиника, диагностика, лечение // *Neurology Neuropsychiatry Psychosomatics.* 2015. Т. 7, № 4. С. 101–109. doi: 10.14412/2074-2711-2015-4-101-109
4. Ченский А.Д., Слиняков Л.Ю., Черепанов В.Г., Терновой К.С. Диагностика и лечение синдрома крестцово-подвздошного сустава // *Кафедра травматологии и ортопедии.* 2015. № 2. С. 12–16.

5. Мусалатов Х.А., Ченский А.Д., Макиров С.К., Слияков Л.Ю. Синдром межпозвоноковых и крестцово-подвздошных суставов (facet syndrome) при патологии пояснично-крестцового отдела позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2002. Т. 9, № 3. С. 25–30. doi: 10.17816/vto99929
6. Хабиров Ф.А., Хабиров Р.А. Мышечная боль. Казань: Книжный дом, 1995. 206 с.
7. Подчуфарова Е.В. Боль в спине и ее лечение // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2009. Т. 1. № 2. С. 29–37. doi: 10.14412/2074-2711-2009-35
8. Парфенов В.А., Яхно Н.Н., Давыдов О.С., и др. Дискогенная пояснично-крестцовая радикулопатия. Рекомендации Рос-

- сийского общества по изучению боли (РОИБ) // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. 2020. Т. 12, № 4. С. 15–24. doi: 10.14412/2074-2711-2020-4-15-24
9. Верткин А.Л., Каратеев А.Е., Кукушкин М.Л., и др. Ведение пациентов с болью в спине для терапевтов и врачей общей практики (клинические рекомендации) // Терапия. 2018. № 2. С. 8–17.
10. Franz C., Moller N.C., Korsholm L., et al. Physical activity is prospectively associated with spinal pain in children (CHAMPS Study-DK) // Sci Rep. 2017. Vol. 7, N 1. P. 11598. doi: 10.1038/s41598-017-11762-4
11. Сергеев А.В., Екушева Е.В. Боль в спине у детей и подростков // Русский медицинский журнал. 2019. Т. 27, № 9. С. 28–32.

REFERENCES

1. Cohen SP, Chen Y, Neufeld N. Sacroiliac joint pain: A comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment. *Expert Rev Neurother.* 2013;13(1):99–116. doi: 10.1586/ern.12.148
2. Vanelderden P, Szadek K, Cohen SP. Sacroiliac joint pain. *Pain Pract.* 2010;10(5):470–478. doi: 10.1111/j.1533-2500.2010.00394
3. Isaikin AI, Kuznetsov IV, Kavelina AV, Ivanova MA. Nonspecific lumbalgia: Causes, clinic, diagnosis, treatment. *Neurology Neuropsychiatry Psychosomatics.* 2015;7(4):101–109. (In Russ). doi: 10.14412/2074-2711-2015-4-101-109
4. Chenskiy AD, Slinyakov LY, Cherepanov VG, Ternovoy KS. Diagnosis and treatment of sacroiliac joint syndrome. *Department Traumatology Orthopedics.* 2015;(2):12–16. (In Russ).
5. Musalатов HA, Chenskiy AD, Makirov SK, Slinyakov LY. Syndrome of intervertebral and sacroiliac joints ("facet syndrome") in pathology of the lumbosacral spine. *Bulletin Traumatology Orthopedics named after N.N. Priorov.* 2002;9(3):25–30. (In Russ). doi: 10.17816/vto99929
6. Khabirov FA, Khabirov RA. Muscle pain. Kazan: Knizhnyy dom; 1995. 206 p. (In Russ).
7. Podchufarova EV. Back pain and its treatment. *Neurology neuropsychiatry psychosomatics.* 2009;1(2):29–37. (In Russ). doi: 10.14412/2074-2711-2009-35
8. Parfenov VA, Yakhno NN, Davydov OS, et al. Discogenic lumbosacral radiculopathy. Recommendations of the Russian Society for the Study of Pain (ROIB). *Neurology Neuropsychiatry Psychosomatics.* 2020;12(4):15–24. (In Russ). doi: 10.14412/2074-2711-2020-4-15-24
9. Vertkin AL, Karateev AE, Kukushkin ML, et al. Management of patients with back pain for therapists and general practitioners (clinical recommendations). *Therapy.* 2018;(2):8–17. (In Russ).
10. Franz C, Moller NC, Korsholm L, et al. Physical activity is prospectively associated with spinal pain in children (CHAMPS Study-DK). *Sci Rep.* 2017;7(1):11598. doi: 10.1038/s41598-017-11762-4
11. Sergeev AV, Yakusheva EV. Back pain in children and adolescents. *Russ Med J.* 2019;27(9):28–32.

ОБ АВТОРАХ

* **Задорина-Негода Галина Николаевна**, н.с.;
адрес: Россия, 119180, Москва, ул. Б. Полянка, д. 22;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0869-4591>;
eLibrary SPIN: 9504-9352; e-mail: galinazadorina@gmail.com

Новосёлова Ирина Наумовна, д.м.н.,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2258-2913>;
eLibrary SPIN: 1406-1334; e-mail: i.n.novoselova@gmail.com

AUTHORS' INFO

* **Galina N. Zadorina-Negoda**, Research Associate;
address: 20 Bolshaya Polyanka street, 119180 Moscow, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0869-4591>;
eLibrary SPIN: 9504-9352; e-mail: galinazadorina@gmail.com

Irina N. Novoselova, MD, Dr. Sci. (Med.);
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2258-2913>;
eLibrary SPIN: 1406-1334; e-mail: i.n.novoselova@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author