

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.4>

МЫШЕЧНО-СКЕЛЕТНАЯ БОЛЬ НИЖНЕЙ ЧАСТИ СПИНЫ: ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Научная статья

Ясинская А.С.^{1,*}, Новиков Ю.О.², Цыкунов М.Б.³, Хуснутдинова С.Б.⁴, Мусина С.М.⁵

¹ ORCID : 0000-0003-3245-5918;

² ORCID : 0000-0002-6282-7658;

³ ORCID : 0000-0002-0994-8602;

⁵ ORCID : 0009-0004-2068-9439;

^{1,2,5} Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Российская Федерация

³ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва, Российская Федерация

⁴ Республиканский клинический госпиталь ветеранов войн, Уфа, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nutta2311[at]gmail.com)

Аннотация

Боль в нижней части спины – распространенное заболевание опорно-двигательного аппарата, являющееся основной причиной инвалидности и одним из самых дорогостоящих заболеваний. Неспецифическая боль в пояснице встречается практически у людей всех возрастов. По данным многих авторов, боль нижней части спины встречается у 70-80% населения, а также имеет более тяжелое течение заболевания у лиц, имеющих неблагоприятные производственные факторы, к которым можно отнести тяжелый физический труд, статические нагрузки в нефизиологических позах, монотонность трудового процесса, переохлаждения и перегревания, а также значительные психоэмоциональные и информационные нагрузки. Миофасциальный болевой синдром нижней части спины, несмотря на установленные диагностические критерии, остается не до конца изученным ввиду отсутствия убедительной доказательной базы, основанной на методах диагностики заболевания. В немногих представленных научных публикациях нет единого мнения относительно паттернов температуры кожи в присутствии миофасциальных триггерных точек, что создает предпосылки для дальнейшего изучения и проведения исследований в данной области. В настоящем обзоре представлено описание возможных факторов, влияющих на формирование миофасциальных триггерных точек и миофасциальных триггерных зон, патогенетические механизмы, ведущие к их появлению, а также современные методы медицинской диагностической визуализации миофасциального болевого синдрома.

Ключевые слова: миофасциальный болевой синдром, триггерная точка, боль нижней части спины, медицинская инфракрасная термография, тепловизионное исследование, ультразвуковое исследование мышц.

MUSCULOSKELETAL LOW BACK PAIN: PATHOGENETIC ASPECTS AND DIAGNOSTIC VISUALIZATION

Research article

Yasinskya A.S.^{1,*}, Novikov Y.O.², Tsikunov M.B.³, Khusnutdinova S.B.⁴, Musina S.M.⁵

¹ ORCID : 0000-0003-3245-5918;

² ORCID : 0000-0002-6282-7658;

³ ORCID : 0000-0002-0994-8602;

⁵ ORCID : 0009-0004-2068-9439;

^{1,2,5} Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation

³ National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics named after. N.N. Priorova, Moscow, Russian Federation

⁴ Republican Clinical Hospital of War Veterans, Ufa, Russian Federation

* Corresponding author (nutta2311[at]gmail.com)

Abstract

Low back pain is a common musculoskeletal condition that is a major cause of disability and one of the most costly conditions. Non-specific low back pain occurs in almost all ages. According to many authors, low back pain occurs in 70-80% of the population, and also has a more severe course of the disease in people who have unfavourable production factors, which can include heavy physical labour, static loads in non-physiological postures, monotony of the labour process, hypothermia and overheating, as well as significant psycho-emotional and information loads. Myofascial pain syndrome of the lower back, despite the established diagnostic criteria, remains incompletely studied due to the lack of a convincing evidence base using diagnostic methods for the disease. In the few scientific publications presented, there is no consensus on skin temperature patterns in the presence of myofascial trigger points, which sets the stage for further study and research in this area. This review presents a description of possible factors influencing the formation of myofascial trigger points and myofascial trigger zones, pathogenetic mechanisms leading to their occurrence, as well as modern methods of medical diagnostic imaging of myofascial pain syndrome.

Keywords: myofascial pain syndrome, trigger point, low back pain, medical infrared thermography, thermal imaging examination, muscle ultrasound examination.

Введение

Боль в пояснице (БП) – достаточно часто встречающееся заболевание опорно-двигательного аппарата, являющееся основной причиной инвалидности и одним из самых дорогостоящих заболеваний [1]. Неспецифическая боль в пояснице встречается практически у людей всех возрастов [2], [3]. Боль в позвоночнике – основная причина снижения трудоспособности [4], [5], [6]. По данным многих авторов, боль нижней части спины (БНЧС) встречается у 70-80% населения, у лиц, имеющих неблагоприятные производственные факторы, психоэмоциональные и информационные нагрузки, наблюдается более тяжелое течение заболевания [7], [8], [9], [10]. В 2020 году было зафиксировано 619 миллионов случаев боли в пояснице во всем мире, при этом данный показатель возрастет в ближайшие десятилетия [50]. Согласно клиническим рекомендациям, около 6-9% населения консультируются у врача по причине БНЧС ежегодно [8], [15]. В исследовании Øverås, С.К., Johansson было включено 34492 человека, из Европы, Японии и Соединенных штатов Америки (США) с постоянной БНЧС. При этом скелетно-мышечная боль (СМБ) присутствовала от 10 до 89% случаев, персистирующая СМБ возникала больше у женщин, чем у мужчин [51].

Наиболее частыми провоцирующими факторами, приводящим к БНЧС является переразгибание в пояснично-крестцовой области, перенапряжение мышц и связочного аппарата, повторяющиеся толчковые удары перегружают задние структуры позвоночника [11], [12]. Увеличение физической активности людей трудоспособного возраста, а также увеличение распространенности БНЧС и клинических проявлений заболевания привели к поиску новых диагностических и общеукрепляющих методов лечения [13], [14].

СМБ также включает миофасциальный болевой синдром (МФБС), а также изменения в мышцах, суставах и связках позвоночника. МФБС выявляют в 90% случаев, при обращении пациентов с болью в спине, шее, а также хронической головной боли напряжения [52]. СМБ являются наиболее частой причиной острой БНЧС – до 90-95% [15]. Клинические рекомендации, рекомендации ассоциации по исследованию боли, рекомендуют тщательный сбор анамнестических данных для выявления случаев БНЧС, а также исключать заболевания, вызванные серьезной с медицинской точки зрения патологией [15], [16]. В данный момент существует мало исследований, оценивающих точность и надежность медицинской тепловизионной диагностики и оценки миофасциальных триггерных зон (МТЗ). В немногочисленных предложенных научных публикациях нет единого мнения о характере изменения температуры кожи в миофасциальной триггерной точке (МТТ), что создает предпосылки для дальнейших исследований в этой области [17]. МТТ, в свою очередь, сохраняют пожизненную распространенность в 85% случаях и сочетаются с паттерном скелетно-мышечной боли [53]. Через четыре недели после начала медикаментозного лечения рекомендуется провести диагностическое обследование нижней части спины. Важно продолжать наблюдение за болевым синдромом, который сохраняется с момента обращения к врачу. Это позволит увеличить продолжительность лечения и избежать необходимости применения немедикаментозных восстановительных методов.

Патогенетические особенности

В патогенезе БНЧС ведущее значение придается формированию нарушений тонуса мышечной ткани, приводящих к формированию саногенетического мышечного каркаса. Статодинамические нарушения приводят к функциональным нарушениям подвижности в позвоночнике, что клинически оформляется в виде нейрорефлекторных, нейротрофических изменений с возникновением в дерматоме гипералгических зон, а в миотоме МТТ, с возникновением боли ноцицептивного, нейропатического или дисфункционального характера. В большинстве случаев в формировании болевого синдрома принимают участие разные механизмы и отмечают смешанный тип боли [11], [12], [18].

Одной из главных причин развития СМБ является хроническое микрповреждение и перегрузка, вызванные нефизиологичной позой. Это считается ключевым фактором в развитии дистрофических заболеваний позвоночника и приводит к статодинамическим нарушениям и неравномерной нагрузке на межпозвонковый диск, что вызывает изменение функциональных компонентов хрящевой ткани межпозвонкового диска и дугоотростчатых суставов со снижением гликозаминогликанов, что ослабляет адаптационные возможности позвоночно-двигательного сегмента к механическим нагрузкам и его стабильность [11], [12], [19]. Длительная статическая нагрузка, приводящая к миоадаптивным постуральным нарушениям с формированием миофасциальных триггерных точек, вызывает изменения проприоцептивной чувствительности. Продолжительное напряжение может приводить к нарушению биохимических процессов в мышечных волокнах, истощению энергетического запаса и усилению ноцицепции мышц [54]. Потенциальными причинами появления МФБС может являться травма, перегрузка мышц, повторяющиеся движения. В результате нарушения ноцицепции мышц, повышается выработка вазоактивных веществ, высвобождение серотонина и гистамина, с нарушением работы ацетилхолина, таким образом, повышается сенсбилизация мышц, которая вызывает боль и формирует триггерные зоны [55]. Наряду со статодинамическими перегрузками, МФБС может возникать по следующим причинам: компрессия мышц, постуральный дисбаланс и викарные перегрузки, заболевания внутренних органов и вертеброгенная патология [12], [20], [21]. Многие исследователи отмечают значительное влияние психоэмоциональных, информационных перегрузок и социально-психологического дискомфорта на формирование МТЗ [22], [23].

Молестио-анамнестическое и нейроортопедическое исследование, диагностические критерии миофасциального болевого синдрома

Молестио-анамнестическое, неврологическое, нейроортопедическое исследование с использованием различных опросников и шкал является начальным этапом диагностики и клинического диагностирования болей в пояснице (включая миофасциальный болевой синдром). Болевой синдром нижней части спины характеризуется различной степенью интенсивности и длительностью боли.

Возможность классификации БП, характеризующейся доминирующими ноцицептивными, нейропатическими или ноципластическими механизмами является клинически значимой проблемой. Nijs J. и соавт. проводили клинические исследования с получением предварительных данных фенотипов боли в нижней части спины и различной реакции на

лекарственную терапию. Целью исследования является разработка и применение международных и междисциплинарных рекомендаций по определению доминирующего фенотипа боли у пациентов с БП и потенциальной адаптации стратегий лечения боли является важным шагом в области нейрогенетики и проводимых дальнейших научных исследований в этой области [24].

Диагностические критерии миофасциального болевого синдрома (МФБС), представленные учеными J. Travell и D. Simons в конце XX века и одобренные International Association for the Study of Pain (IASP), с разделением на «большие» и «малые» критерии остаются актуальными [25]. При диагностике МФБС необходимо наличие пяти «больших» критериев и одного «малого» критерия (табл.1).

Таблица 1 - Диагностические критерии миофасциального болевого синдрома

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.4.1>

Большие критерии	Малые критерии
Жалобы при осмотре на местную боль	При стимуляции миофасциальной триггерной зоны выявлена А) Воспроизводимость боли или Б) чувствительные нарушения
Пальпаторно определяемый «тугой» тяж в мышце	Наличие положительного симптома «прыжка»: А) при пальпации миофасциальной триггерной зоны пораженной мышцы или Б) при проколе инъекционной иглой пораженной мышцы
Наличие области повышенной чувствительности в пределах «тугого» мышечного тяжа	Уменьшение болевого синдрома А) при растяжении измененной мышцы или Б) при поверхностном охлаждении измененной мышцы или В) при введении в миофасциальную триггерную зону раствора анестетика
Наличие области изменения чувствительности	-
Ограничение функциональной активности мышцы	-

Электромиография

Для оценки сократительных свойств мышц, качественной и количественной оценки локальной дистрофии мышц, выявления повреждений спинномозгового корешка, дифференциальной диагностики СМБ с другими нозологическими формами используют электромиографию (ЭМГ) [26]. Игольчатая электромиография (ЭМГ) – это метод записи и анализа электрических сигналов, получаемых от отдельных мышечных волокон двигательных единиц в состоянии покоя и во время произвольного сокращения, с использованием игольчатого регистрирующего электрода, вставленного в мышцу. Игольчатая ЭМГ подразумевает введение игольчатого электрода в мышцу, запись и усиление электрических сигналов, генерируемых в состоянии покоя или сокращающимися мышечными волокнами, и интерпретацию сигналов для определения функции мышечных волокон и двигательных единиц. На записанные сигналы во время игольчатой ЭМГ влияют многие факторы, включая типы игольчатых электродов, фильтров и настройки аппарата. Существуют различные полуколичественные и количественные методы анализа записанных сигналов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Хотя игольчатая ЭМГ является безопасной методикой, потенциальные риски включают боль, кровотечение и пневмоторакс [27]. В 2019г. Международным конгрессом клинической нейрофизиологии был утвержден пересмотр стандартов ЭМГ и нейрографии [28]. Основные противопоказания ЭМГ приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Противопоказания к проведению электромиографии

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.4.2>

Абсолютные противопоказания	Относительные противопоказания
Кардиостимулятор	Лихорадка
Эпилепсия	Острый период любого заболевания
Психические заболевания	Гипертонический криз

Ультразвуковое исследование

Ультразвуковое исследование (УЗИ) – метод визуализации для получения изображения опорно-двигательного аппарата (ОДА) с высоким разрешением [29]. УЗИ позвоночника информативно при исследовании биомеханических нарушений ввиду слабости сухожильно-связочного аппарата. С помощью УЗИ позвоночника возможно оценить степень изменения мышечных волокон паравертебральных мышц, а также определить их толщину и площадь изменений [30], [31], [33], [34]. Растущая популярность УЗИ позвоночника в педиатрии обусловлена тем, что метод не связан с излучением, позволяет визуализировать неокостеневшие хрящевые и сосудистые структуры, позволяет проводить динамическую визуализацию и быстрое контралатеральное сравнение. Ультразвук имеет чувствительность, эквивалентную магнитно-резонансной томографии (МРТ), особенно при оценке позвоночника новорожденных. Динамическая визуализация имеет решающее значение для оценки врожденных нестабильностей и вывихов, повреждений мягких тканей и связок [29], [35].

Исследования установили, что УЗИ поясничного отдела позвоночника у взрослых осуществимо, и такие анатомические структуры как связки, мышцы, выпрямляющие позвоночник, фасеточные суставы и поперечные отростки могут быть визуализированы. При УЗИ мышечная ткань характеризуется наличием тонких гиперэхогенных полосок, параллельных длинной оси мышцы, на гипоехогенном фоне, так как соединительнотканная оболочка, покрывает каждый мышечный пучок. При произвольном сокращении эхогенность мышцы более однородна. МФБС характеризуется появлением точечных и линейных гиперэхогенных включений в соединительнотканные структуры мышцы, нарушающих непрерывность фасцикулярных линий. Эхогенность нарастает по мере увеличения степени фиброобразования, таким образом, МТТ предстает неомогенной зоной, где на гипоехогенном фоне регистрируются локальные повышения эхогенной плотности в толще мышцы. Качество изображения можно улучшить, применяя режимы тканевой гармоник и изменения цветовой палитры. Описан метод диагностирования МТТ при помощи вибрационной соноэластографии [36], [37].

Особенность применения УЗИ для оценки биомеханических движений, при выполнении различных неврологических и нейроортопедических тестов, в динамике, оценивая толщину мышцы и клиническую картину одновременно [38]. Глубина структур позвоночника ограничивает возможность получения изображений с высоким разрешением. Однако можно ожидать, что будущие технические усовершенствования ультразвуковых датчиков и аппаратов УЗИ, а также растущее число врачей, обученных методу УЗИ, принесут пользу развитию спинальному УЗИ в ближайшем будущем [39], [40], [41].

Медицинская инфракрасная визуализация

С первых дней термографии в 1950-х годах методы обработки изображений, чувствительность тепловых датчиков и пространственное разрешение значительно продвинулись вперед, открывая новые перспективы для методов инфракрасной (ИК) визуализации. Применение ИК визуализации в медицине достигло высокого уровня технических характеристик. В настоящее время набирает популярность простой неинвазивный метод – тепловизионное исследование, проводимое с помощью портативного тепловизора, подключенного к смартфону. В основе этой техники лежит естественное инфракрасное излучение, испускаемое поверхностью кожи. Связь между температурой тела и болезнью была задокументирована еще в 400 году до нашей эры. При многих заболеваниях наблюдаются изменения в кровотоке, которые, в свою очередь, влияют на температуру кожи. ИК-визуализация предлагает полезный и неинвазивный подход к диагностике и лечению (в качестве терапевтической помощи) многих заболеваний, в частности, в неврологии, ревматологии, дерматологии, ортопедии [42]. Недавние исследования изучали влияние оборудования и методов записи изображений. Достоверность и принятие тепловизионной съемки в медицине зависят от критического использования технологии и правильного понимания тепловой физиологии [43].

Количественная оценка с течением времени температуры кожи и/или других биомедицинских параметров, связанных с температурой (например, кожный кровоток, тепловая инерция, симпатическая реакция кожи), позволяет лучше и полнее понять, и описать функциональные процессы, вовлеченные и/или измененные при наличии заболевания и мешающие обычной кожной терморегуляции. Такой подход к тепловой медицинской визуализации требует как новых методологий, так и инструментов, таких как диагностические парадигмы, соответствующее программное обеспечение для анализа данных и даже совершенно нового взгляда на обработку данных [44], [45]. Инфракрасная съемка может быть объективным инструментом для выявления и отслеживания воспалительных и перфузионных изменений, тем самым помогая врачам определять и документировать степень воспаления, а также контролировать реакцию на лечение [46]. В литературе описано исследование, предоставляющее доказательство концепции использования медицинской инфракрасной термографии для проверки как диагностики, так и точности остеопатического лечения боли в спине. Результаты наблюдения демонстрируют, что до лечения тепловое изображение показывает, что в сагиттальной плоскости воспаление распространяется от позвонка D8 до L3 с максимальным воспалением между позвонками D10 и L1, уже после лечения медицинская инфракрасная термография показывает только небольшое воспаление паравертебрально в поясничной области позвоночника, которое не вызывает боли у пациента [47].

Лучевые методы диагностики

Боль в нижней части спины часто не имеет идентифицируемой анатомической или физиологической причины и является распространенным заболеванием. Проводится достаточно большое количество исследований, сравнивающих рентгенографию, компьютерную томографию (КТ) и магнитно-резонансную томографию (МРТ) между собой. В исследовании Falkowski AL и соавт. проводили изучение поясничного отдела позвоночника с оценкой изменения размера поясничных нейрофораминальных отверстий с помощью 3D-томографии в положении лежа на спине и стоя,

сравнивая с первоначально проведенной КТ пояснично-крестцового отдела позвоночника. Поясничные отделы позвоночника были проспективно отсканированы у 48 пациентов в вертикальном положении (3D томографическая двойная роботизированная рентгенография) и лежа на спине (30 пациентов с 3D томографией, 18 пациентов с КТ). Выявлено, что уменьшение высоты межпозвоночного диска коррелировало с уменьшением размера foraminalного отверстия, и качество изображения при КТ было лучше, чем при 3D-томографии, соответственно [48]. Таким образом, размер поясничных отверстий меньше в вертикальном положении по сравнению с положением лежа на спине. Качество изображения, особенно разграничение нервных корешков, хуже при использовании 3D-томографии с 3D-томографическим двойным роботизированным рентгеном по сравнению с КТ. В исследовании анатомических структур, определения причины боли в нижней части, особенности биомеханики движений пояснично-крестцового отдела позвоночника активно применяют сочетание клинических и диагностически-визуализационных методов исследования. Важным аспектом проведения лучевых методов диагностики является исключение «красных» флажков (табл. 3).

Таблица 3 - Перечень критериев-указателей симптомов патологии позвоночника

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2024.2.4.3>

Недавняя травма позвоночника	Впервые возникшая боль в спине
Возраст (моложе 20 лет и старше 55 лет)	Высокая интенсивность болевого синдрома
Онкологический анамнез	Сохранение болевого синдрома спустя 4 недели анальгетического лечения
Необъяснимая потеря веса, общая слабость	Усиление болевого синдрома в ночное время суток
Лихорадка	Независимость болевого синдрома от положения тела в пространстве и объема выполняемых движений
Инфекционный фактор	Прогрессирование неврологической симптоматики
Тазовые нарушения	Нарушение походки

КТ пояснично-крестцовой области достаточно чувствительна, как и поясничная МРТ при оценке большинства анализируемых характеристик при боли в спине, за исключением изменений Modic, дегенеративных изменений, грыжи диска, секвестрации грыжи. Кроме того, данные результаты могут быть получены независимо от опыта врача-рентгенолога [56]. МРТ пояснично-крестцовой области позвоночника является диагностическим методом выбора визуализации при оценке боли в пояснице, однако доступность МРТ ограничена не только ввиду экономических затрат, но наличия у пациентов электронных медицинских приборов (кардиостимулятора, импланта среднего уха, нейростимулятора и др.), металлических конструкций в теле несовместимых с магнитным полем аппарата (клипс, протезов, металлической стружки, пуль, дроби и т.д.), невозможность сохранять неподвижное положение длительно во время исследования, клаустрофобия и др. [57].

Многие пациенты, обращающиеся за медицинской помощью по поводу неспецифической БП, получают рентгенографию, КТ или МРТ пояснично-крестцовой области позвоночника. По мнению Al-Hihi E. и соавт. у большинства пациентов с острой БП симптомы исчезают в течение 4 недель, а использование методов диагностической лучевой визуализации может привести к получению лучевой нагрузки, к необоснованным экономическим затратам, не способствуя улучшению здоровья пациентов [49]. Мы считаем, что проведение лучевых методов диагностики необходимо проводить в первые 2-4 недели у пациентов с острой болью в спине, так как применение данных методов способствует исключению различных заболеваний пояснично-крестцовой области позвоночника, позволит безопасно для пациента назначить физиотерапевтическое лечение, остеопатию, акупунктуру, массаж, а также применить другие способы лечения боли в спине.

Заключение

Скелетно-мышечная боль нижней части спины, включая миофасциальный болевой синдром оказывает значительное воздействие на все сферы жизни пациента. Существует острая необходимость во внедрении последовательной, основанной на фактических данных клинической картины, научно-обоснованной методики диагностики миофасциального болевого синдрома нижней части спины для улучшения качества жизни пациентов с болью в спине. Практикующим врачам необходимо сопоставлять данные клинической картины и результатов диагностики, своевременно назначая медикаментозную терапию и восстановительное функциональное лечение (физиотерапию, массаж, акупунктуру, остеопатию и др.), предотвращая хронизацию боли нижней части спины. Использование ультразвукового исследования и инфракрасной визуализации может способствовать динамической оценке лечения и контроля боли в спине.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Ladeira C.E. Clinical Specialization and Adherence to Evidence-Based Practice Guidelines for Low Back Pain Management: A Survey of US Physical Therapists / C.E. Ladeira, M.S. Cheng, R.A. da Silva // J Orthop Sports Phys Ther. — 2017. — № 47(5). — P. 347–358. — DOI: 10.2519/jospt.2017.6561.
- Oliveira C.B. Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview / C.B. Oliveira, C.G. Maher, R.Z. Pinto [et al.] // Eur Spine J. — 2018. — № 27 (11). — P. 2791–2803. — DOI: 10.1007/s00586-018-5673-2.
- Терещенко С.Ю. Неспецифическая боль в пояснице: диагностика и терапия с позиций доказательной медицины (обзор литературы) / С.Ю. Терещенко // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. — 2022. — № 14 (5). — С. 392–401. — DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-392-401.
- Borenstein D.G. Low Back Pain in Adolescent and Geriatric Populations / D.G. Borenstein, F. Balagué // Rheum Dis Clin North Am. — 2021. — № 47 (2). — P. 149–163. — DOI: 10.1016/j.rdc.2020.12.001.
- Popescu A. Neck Pain and Lower Back Pain / A. Popescu, H. Lee // Med Clin North Am. — 2020. — № 104 (2). — P. 279–292. — DOI: 10.1016/j.mcna.2019.11.003.
- Kabeer A.S. The adult with low back pain: causes, diagnosis, imaging features and management / A.S. Kabeer, H.T. Osmani, J. Patel [et al.] // Br J Hosp Med (Lond). — 2023. — № 84 (10). — P. 1–9. — DOI: 10.12968/hmed.2023.0063.
- Ермолаева А.И. Особенности комплексного лечения больных с вегетативно-сосудистыми расстройствами вертеброгенного генеза / А.И. Ермолаева, Г.А. Баранова // Медицинские науки. Клиническая медицина. — 2016. — № 4 (40). — С. 51–59. — DOI: 10.21685/2072-3032-2016-4-6.
- Парфенов В.А. Хроническая неспецифическая (скелетно-мышечная) поясничная боль. Рекомендации Российского общества по изучению боли (РОИБ) / В.А. Парфенов, Н.Н. Яхно, О.С. Давыдов [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2019. — № 11 (2S). — С. 7–16. — DOI: 10.14412/2074-2711-2019-2S-7-16.
- Зубов А.Д. Роль ультразвукового исследования в комплексной диагностике шейной радикулопатии (обзор литературы) / А.Д. Зубов, А.А. Бережная, Л.Н. Антонова // Университетская клиника. — 2019. — № 1 (30). — С. 62–71. — DOI: 10.26435/uc.v0i1(30).272.
- Хабилов Ф.А. Клиническая вертеброневрология / Ф.А. Хабилов, Ю.Ф. Хабирова — Казань: Медицина, 2018. — 596 с.
- Хоппенфелд Дж.Д. Диагностика и лечение боли / Дж.Д. Хоппенфелд — Москва: МЕДпресс-информ, 2019. — 320 с.
- Новиков Ю.О. Роль неблагоприятных производственных факторов в формировании дорсалгий / Ю.О. Новиков // Здравоохранение Башкортостана. — 2000. — № 4. — С. 139–140.
- Ясинская А.С. Миофасциальный болевой синдром на фоне избыточной массы тела с дебютом сахарного диабета / А.С. Ясинская, Е.О. Голдырев // Сборник материалов II Санкт-Петербургского междисциплинарного Конгресса с международным участием «Ожирение, сахарный диабет и коморбидные заболевания». — Санкт-Петербург: Медиана, 2024. — С. 100–102. — DOI: 10.52565/9785001104315_100.
- Ясинская А.С. Кардиалгия миофасциального и спондилогенного генеза (клинический случай) / А.С. Ясинская // Бюллетень медицинской науки. — 2024. — № 2(34). — С. 146–150. — DOI: 10.31684/25418475-2024-2-146.
- Российская Федерация. Клинические рекомендации- «Скелетно-мышечные(неспецифические) боли в нижней части спины- 2023-2024-2025» : Федеральный закон [принят Утверждены Министерством здравоохранения Российской Федерации :одобр. Утверждены Министерством здравоохранения Российской Федерации]. 2023.
- Оленин В.А. Алгоритм дифференциальной диагностики при мышечно-скелетных болях в спине (дорсалгиях) / В.А. Оленин, Д.Б. Мирошниченко // Российский остеопатический журнал. — 2012. — № 3-4. — С. 97–108.
- Mazza D.F. Assessment of Myofascial Trigger Points via Imaging: A Systematic Review / D.F. Mazza, R.D. Boutin, A.J. Chaudhari // Am J Phys Med Rehabil. — 2021. — № 100 (10). — P. 1003–1014. — DOI: 10.1097/PHM.0000000000001789.
- Gibbs D. Back Pain: Differential Diagnosis and Management / D. Gibbs, B.G. McGahan, A.E. Ropper [et al.] // Neurol Clin. — 2023. — № 41 (1). — P. 61–76. — DOI: 10.1016/j.ncl.2022.07.002.
- Barbero M. Myofascial pain syndrome and trigger points: evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain / M. Barbero, A. Schneebeli, E. Koetsier [et al.] // Curr Opin Support Palliat Care. — 2019. — № 13(3). — P. 270–276. — DOI: 10.1097/SPC.0000000000000445.
- Хабилов Ф.А. Миофасциальная боль – современные проблемы диагностики и лечения в практике врача первичного звена / Ф.А. Хабилов, Ю. Ф. Хабирова // Практическая медицина. — 2019. — № 17 (7). — С. 8–17. — DOI: 10.32000/2072-1757-2019-7-8-16.
- Giamberardino M.A. Myofascial pain syndromes and their evaluation / M.A. Giamberardino, G. Affaitati, A. Fabrizio [et al.] // Best Pract Res Clin Rheumatol. — 2011. — № 25 (2). — P. 185–198. — DOI: 10.1016/j.berh.2011.01.002.

22. Головачева В.А. Клинические принципы диагностики и лечения скелетно-мышечной (неспецифической) боли в нижней части спины / В.А. Головачева, А.А. Головачева, Т.Г. Фатеева // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2021. — № 13 (3). — С. 107–112. — DOI: 10.14412/2074-2711-2021-3-107-112.
23. Henson J. Chronic Pain Syndromes: Myofascial Pain Syndrome / J. Henson // *FP Essent.* — 2023. — № 533. — P. 16–20.
24. Nijs J. Nociceptive, neuropathic, or nociplastic low back pain? The low back pain phenotyping (BACRAP) consortium's international and multidisciplinary consensus recommendations / J. Nijs, E. Kosek, A. Chiarotto [et al.] // *Lancet Rheumatol.* — 2024. — № 6 (3). — P. e178–e188. — DOI: 10.1016/S2665-9913(23)00324-7.
25. Трэвел Дж.Г. Миофасциальные боли и дисфункции / Дж.Г. Трэвел, Д.Г. Симонс. — Москва: Медицина, 2005. — 644 с.
26. Парфенов В.А. Хроническая скелетно-мышечная поясничная боль: коморбидные нарушения и терапия / В.А. Парфенов, И.А. Ламкова // *Медицинский совет.* — 2021. — № 10. — С. 34–41. — DOI: 0.21518/2079-701X-2021-10-34-41.
27. Rubin D.I. Needle electromyography: Basic concepts / D.I. Rubin // *Handb Clin Neurol.* — 2019. — № 160. — P. 243–256. — DOI: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00016-3.
28. Stålberg E. Standards for quantification of EMG and neurography / E. Stålberg, H. van Dijk, B. Falck [et al.] // *Clin Neurophysiol.* — 2019. — № 130 (9). — P. 1688–1729. — DOI: 10.1016/j.clinph.2019.05.008.
29. Karnik A.S. Ultrasound Examination of Pediatric Musculoskeletal Diseases and Neonatal Spine / A.S. Karnik, A. Karnik, A. Joshi // *Indian J Pediatr.* — 2016. — № 83 (6). — P. 565–577. — DOI: 10.1007/s12098-015-1957-2.
30. Новиков Ю.О. Ультразвуковой способ диагностики гипермобильности шейного отдела позвоночника и миофасциального болевого синдрома / Ю.О. Новиков, Г.А. Иваничев // *Казанский медицинский журнал.* — 2000. — № 81 (6). — С. 494–496.
31. Cheung W.K. Role of Ultrasound in Low Back Pain: A Review / W.K. Cheung, J.P.Y. Cheung, W.N. Lee // *Ultrasound Med Biol.* — 2020. — № 46(6). — P. 1344–1358. — DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.02.004.
32. Пономаренко С.А. Трансабдоминальная ультрасонография поясничного отдела позвоночника: методология, нормальная анатомия / С.А. Пономаренко // *СМБ.* — 2015. — № 2 (49). — С. 60–65.
33. Takeuchi M. Ultrasonography has a diagnostic value in the assessment of cervical radiculopathy: A prospective pilot study / M. Takeuchi, N. Wakao, K. Murotani [et al.] // *Eur Radiol.* — 2017. — № 27 (8). — P. 3467–3473. — DOI: 10.1007/s00330-016-4704-9.
34. Cervera-Cano M. Rore Synergies Measured with Ultrasound in Subjects with Chronic Non-Specific Low Back Pain and Healthy Subjects: A Systematic Review / M. Cervera-Cano, L. López-González, D. Valcárcel-Linares [et al.] // *Sensors (Basel).* — 2022. — № 22 (22). — P. 8684. — DOI: 10.3390/s22228684.
35. Song S. Assessing Bone Quality of the Spine in Children with Scoliosis Using the Ultrasound Reflection Frequency Amplitude Index Method: A Preliminary Study / S. Song, H. Chen, C. Li [et al.] // *Ultrasound Med Biol.* — 2022. — № 48 (5). — P. 808–819. — DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2022.01.002.
36. Сирицына Ю.Ч. Миофасциальный болевой синдром: этиология, клиника, принципы лечения / Ю.Ч. Сирицына, А. В. Спиваков // *Медицинские новости.* — 2020. — № 8. — С. 13–17.
37. Kumbhare D. Ultrasound-Guided Interventional Procedures: Myofascial Trigger Points With Structured Literature Review / D. Kumbhare, D. Singh, H.A. Rathbone [et al.] // *Ultrasound-Guided Interventional Procedures: Myofascial Trigger Points With Structured Literature Review.* — 2017. — № 42 (3). — P. 407–412. — DOI: 10.1097/AAP.0000000000000572.
38. Wang W. Biomechanical responses of human lumbar spine and pelvis according to the Roussouly classification / W. Wang, B. Pei, S. Wu [et al.] // *PLoS One.* — 2022. — № 17 (7). — P. e0266954. — DOI: 10.1371/journal.pone.0266954.
39. Tamartash H. Ultrasound evidence of altered lumbar fascia in patients with low back pain / H. Tamartash, F. Bahrpeyma, M. Dizaji // *Clin Anat.* — 2023. — № 36 (1). — P. 36–41. — DOI: 10.1002/ca.23964.
40. Chi M. Ultrasound for Lumbar Spinal Procedures / M. Chi, A.S. Chen // *hys Med Rehabil Clin N Am.* — 2018. — № 29 (1). — P. 49–60. — DOI: 10.1016/j.pmr.2017.08.005.
41. Daniel E.S. The reliability of video fluoroscopy, ultrasound imaging, magnetic resonance imaging and radiography for measurements of lumbar spine segmental range of motion in-vivo: A review / E.S. Daniel, R.Y.W. Lee, J.M. Williams // *J Back Musculoskelet Rehabil.* — 2023. — № 36 (1). — P. 117–135. — DOI: 10.3233/BMR-210285.
42. Jiang L.J. A perspective on medical infrared imaging / L.J. Jiang, E.Y. Ng, A.C. Yeo [et al.] // *J Med Eng Technol.* — 2005. — № 29 (6). — P. 257–267. — DOI: 10.1080/03091900512331333158.
43. Ring E.F. Infrared thermal imaging in medicine / E.F. Ring, K. Ammer // *Physiol Meas.* — 2012. — № 33 (3). — P. R33–46. — DOI: 10.1088/0967-3334/33/3/R33.
44. Kumar P. Applications of thermal imaging with infrared thermography in Orthopaedics / P. Kumar, A. Gaurav, R.K. Rajnish [et al.] // *J Clin Orthop Trauma.* — 2021. — № 24. — P. 101722. — DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101722.
45. Djajakusumah T.M. The predictive value of infrared thermal imaging (IRT) for peripheral artery disease: A systematic review / T.M. Djajakusumah, V.S. Candrawinata, J.P. Ho [et al.] // *Medicine (Baltimore).* — 2023. — № 102 (43). — P. e35639. — DOI: 10.1097/MD.00000000000035639.
46. Ramirez-GarciaLuna J.L. Use of Infrared Thermal Imaging for Assessing Acute Inflammatory Changes: A Case Series / J.L. Ramirez-GarciaLuna, K. Rangel-Berridi, R. Bartlett [et al.] // *Cureus.* — 2022. — № 14(9). — P. e28980. — DOI: 10.7759/cureus.28980.
47. Polidori G. Medical Infrared Thermography in back pain osteopathic management / G. Polidori, M. Kinne, T. Mereu [et al.] // *Complement Ther Med.* — 2018. — № 39. — P. 19–23. — DOI: 10.1016/j.ctim.2018.05.010.

48. Falkowski A.L. In vivo 3D tomography of the lumbar spine using a twin robotic X-ray system: quantitative and qualitative evaluation of the lumbar neural foramina in supine and upright position / A.L. Falkowski, B.K. Kovacs, R.M. Benz [et al.] // *Eur Radiol.* — 2021. — № 31 (5). — P. 3478–3490. — DOI: 10.1007/s00330-020-07355-x.
49. Al-Hihi E. Improving appropriate imaging for non-specific low back pain / E. Al-Hihi, C. Gibson, J. Lee [et al.] // *BMJ Open Qual.* — 2022. — № 11(1). — P. e001539. — DOI: 10.1136/bmjopen-2021-001539.
50. GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021 // *Lancet Rheumatol.* — 2023. — № 5 (6). — P. e316–e329. — DOI: 10.1016/S2665-9913(23)00098-X.
51. Øverås C.K. Distribution and prevalence of musculoskeletal pain co-occurring with persistent low back pain: a systematic review / C.K. Øverås, M.S. Johansson, T.F. de Campos [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord.* — 2021. — № 22 (1). — P. 91. — DOI: 10.1186/s12891-020-03893-z.
52. Urits I. Treatment and management of myofascial pain syndrome / I. Urits, K. Charipova, K. Gress [et al.] // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* — 2020. — № 34 (3). — P. 427–448. — DOI: 10.1016/j.bpa.2020.08.003.
53. Lluch E. Prevalence, Incidence, Localization, and Pathophysiology of Myofascial Trigger Points in Patients With Spinal Pain: A Systematic Literature Review / E. Lluch, J. Nijs, M. De Kooning [et al.] // *J Manipulative Physiol Ther.* — 2015. — № 38 (8). — P. 587–600. — DOI: 10.1016/j.jmpt.2015.08.004.
54. Nicol A.L. Alternatives to Opioids in the Pharmacologic Management of Chronic Pain Syndromes: A Narrative Review of Randomized, Controlled, and Blinded Clinical Trials / A.L. Nicol, R.W. Hurley, H.T. Benzon // *Anesth Analg.* — 2017. — № 125 (5). — P. 1682–1703.
55. Lam C. Myofascial pain - A major player in musculoskeletal pain / C. Lam, V.T. Francio, K. Gustafson [et al.] // *Best Pract Res Clin Rheumatol.* — 2024. — № 38 (1). — P. 101944. — DOI: 10.1016/j.berh.2024.101944.
56. Martel Villagrán J. Diagnostic accuracy of lumbar CT and MRI in the evaluation of chronic low back pain without red flag symptoms / J. Martel Villagrán, R.T. Martínez-Sánchez, E. Cebada-Chaparro [et al.] // *Radiologia (Engl Ed).* — 2023. — № 65. — Suppl. 2. — P. S59–S70. — DOI: 10.1016/j.rxeng.2023.02.004.
57. Abdollah V. Texture analysis in the classification of T2 -weighted magnetic resonance images in persons with and without low back pain / V. Abdollah, E.C. Parent, S. Dolatabadi [et al.] // *J Orthop Res.* — 2021. — № 39 (10). — P. 2187–2196. — DOI: 10.1002/jor.24930.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ladeira C.E. Clinical Specialization and Adherence to Evidence-Based Practice Guidelines for Low Back Pain Management: A Survey of US Physical Therapists / C.E. Ladeira, M.S. Cheng, R.A. da Silva // *J Orthop Sports Phys Ther.* — 2017. — № 47(5). — P. 347–358. — DOI: 10.2519/jospt.2017.6561.
2. Oliveira C.B. Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care: an updated overview / C.B. Oliveira, C.G. Maher, R.Z. Pinto [et al.] // *Eur Spine J.* — 2018. — № 27 (11). — P. 2791–2803. — DOI: 10.1007/s00586-018-5673-2.
3. Tereschenko S. Ju. Nespetsificheskaja bol' v pojasnitse: diagnostika i terapija s pozitsij dokazatel'noj meditsiny (obzor literatury) [Non-specific back pain: diagnosis and therapy from the position of evidential medicine (review of literature)] / S.Ju. Tereschenko // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture.* — 2022. — № 14 (5). — P. 392–401. — DOI: 10.12731/2658-6649-2022-14-5-392-401. [in Russian]
4. Borenstein D.G. Low Back Pain in Adolescent and Geriatric Populations / D.G. Borenstein, F. Balagué // *Rheum Dis Clin North Am.* — 2021. — № 47 (2). — P. 149–163. — DOI: 10.1016/j.rdc.2020.12.001.
5. Popescu A. Neck Pain and Lower Back Pain / A. Popescu, H. Lee // *Med Clin North Am.* — 2020. — № 104 (2). — P. 279–292. — DOI: 10.1016/j.mcna.2019.11.003.
6. Kabeer A.S. The adult with low back pain: causes, diagnosis, imaging features and management / A.S. Kabeer, H.T. Osmani, J. Patel [et al.] // *Br J Hosp Med (Lond).* — 2023. — № 84 (10). — P. 1–9. — DOI: 10.12968/hmed.2023.0063.
7. Ermolaeva A.I. Osobennosti kompleksnogo lechenija bol'nyh s vegetativno-sosudistymi rasstrojstvami vertebrogenogo geneza [Features of complex treatment of patients with vertebrogenic vegetovascular disorders] / A.I. Ermolaeva, G.A. Baranova // *Medicinskie nauki. Klinicheskaja medicina [Medical sciences. Clinical medicine].* — 2016. — № 4 (40). — P. 51–59. — DOI: 10.21685/2072-3032-2016-4-6. [in Russian]
8. Parfenov V.A. Hronicheskaja nespetsificheskaja (skeletno-myshechnaja) pojasnichnaja bol'. Rekomendatsii Rossijskogo obschestva po izucheniju boli (ROIB) [Chronic nonspecific (musculoskeletal) low back pain. Guidelines of the Russian Society for the Study of Pain (RSSP)] / V.A. Parfenov, N.N. Jahno, O.S. Davydov [et al.] // *Nevrologija, nejropsihiatrija, psihosomatika [Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics].* — 2019. — № 11 (2S). — P. 7–16. — DOI: 10.14412/2074-2711-2019-2S-7-16. [in Russian]
9. Zubov A.D. Rol' ul'trazvukovogo issledovanija v kompleksnoj diagnostike shejnoj radikulopatii (obzor literatury) [Role of ultrasound in the complex diagnosis of cervical radiculopathy (literature review)] / A.D. Zubov, A.A. Berezhnaja, L.N. Antonova // *Universitetskaja klinika [University Clinic].* — 2019. — № 1(30). — P. 62–71. — DOI: 10.26435/uc.v0i1(30).272. [in Russian]
10. Habirov F.A. Klinicheskaja vertebronevrologija [Clinical vertebroneurology] / F.A. Habirov, Ju.F. Habirova — Kazan': Meditsina, 2018. — 596 p. [in Russian]
11. Hoppenfeld Dzh.D. Diagnostika i lechenie boli [Fundamentals of pain medicine] / Dzh.D. Hoppenfeld — Moskva: MEDpress-inform, 2019. — 320 p. [in Russian]
12. Novikov Ju.O. Rol' neblagoprijatnyh proizvodstvennyh faktorov v formirovanii dorsalgij [The role of unfavorable production factors in the formation of dorsalgia] / Ju.O. Novikov // *Zdravoohranenie Bashkortostana [Healthcare of Bashkortostan].* — 2000. — № 4. — P. 139–140. [in Russian]

13. Jasinskaja A.S. Miofastsial'nyj bolevoj sindrom na fone izbytochnoj massy tela s debjutom saharnogo diabeta [Myofascial pain syndrome due to excess body weight with the onset of diabetes mellitus] / A.S. Jasinskaja, E.O. Goldyrev // Sbornik materialov II Sankt-Peterburgskogo mezhdisciplinarnogo Kongressa s mezhdunarodnym uchastiem «Ozhirenie, saharnyj diabet i komorbidnye zabolevanija» [Collection of materials from the II St. Petersburg Interdisciplinary Congress with international participation "Obesity, diabetes mellitus and comorbid diseases"]. — Sankt-Peterburg: Mediapapir, 2024. — P. 100–102. — DOI: 10.52565/9785001104315_100. [in Russian]
14. Jasinskaja A.S. Kardialgija miofastsial'nogo i spondilogenno geneza (klinicheski sluchaj) [Cardialgia of myofascial and spondylogenic origin (clinical case)] / A.S. Jasinskaja // Bjulleten' medicinskoj nauki [Bulletin of Medical Science]. — 2024. — № 2 (34). — P. 146–150. — DOI: 10.31684/25418475-2024-2-146. [in Russian]
15. Russian Federation. Klinicheskie rekomendatsii- «Skeletno-myshechnye(nespetsificheskie) boli v nizhnej chasti spiny- 2023-2024-2025» [Clinical recommendations - "Musculoskeletal (nonspecific) pain in the lower back - 2023-2024-2025"] : Federal Law [accepted by Utverzhdeny Ministerstvom zdravoohraneniya Rossijskoj Federatsii :approved by Utverzhdeny Ministerstvom zdravoohraneniya Rossijskoj Federatsii]. 2023. [in Russian]
16. Olenin V.A. Algoritm differentsial'noj diagnostiki pri myshechno-skeletnyh boljah v spine (dorsalgijah) [Algorithm for differential diagnosis for musculoskeletal back pain (dorsalgia)] / V.A. Olenin, D.B. Miroshnichenko // Rossijskij osteopatscheskij zhurnal [Russian Osteopathic Journal]. — 2012. — № 3-4. — P. 97–108. [in Russian]
17. Mazza D.F. Assessment of Myofascial Trigger Points via Imaging: A Systematic Review / D.F. Mazza, R.D. Boutin, A.J. Chaudhari // Am J Phys Med Rehabil. — 2021. — № 100 (10). — P. 1003–1014. — DOI: 10.1097/PHM.0000000000001789.
18. Gibbs D. Back Pain: Differential Diagnosis and Management / D. Gibbs, B.G. McGahan, A.E. Ropper [et al.] // Neurol Clin. — 2023. — № 41 (1). — P. 61–76. — DOI: 10.1016/j.ncl.2022.07.002.
19. Barbero M. Myofascial pain syndrome and trigger points: evaluation and treatment in patients with musculoskeletal pain / M. Barbero, A. Schneebeli, E. Koetsier [et al.] // Curr Opin Support Palliat Care. — 2019. — № 13(3). — P. 270–276. — DOI: 10.1097/SPC.0000000000000445.
20. Habirov F.A. Miofastsial'naja bol' – sovremennye problemy diagnostiki i lechenija v praktike vracha pervichnogo zvena [Myofascial pain – modern problems of diagnosis and treatment in the practice of a primary care physician] / F.A. Habirov, Ju. F. Habirova // Prakticheskaja medicina [Practical medicine]. — 2019. — № 17 (7). — P. 8–17. — DOI: 10.32000/2072-1757-2019-7-8-16. [in Russian]
21. Giamberardino M.A. Myofascial pain syndromes and their evaluation / M.A. Giamberardino, G. Affaitati, A. Fabrizio [et al.] // Best Pract Res Clin Rheumatol. — 2011. — № 25 (2). — P. 185–198. — DOI: 10.1016/j.berh.2011.01.002.
22. Golovacheva V.A. Klinicheskie printsipy diagnostiki i lechenija skeletno-myshechnoj (nespetsificheskoj) boli v nizhnej chasti spiny [Clinical principles for the diagnosis and treatment of musculoskeletal (non-specific) lower back pain] / V.A. Golovacheva, A.A. Golovacheva, T.G. Fateeva // Neurology, Neuropsychiatry, Psychosomatics. — 2021. — № 13 (3). — P. 107–112. — DOI: 10.14412/2074-2711-2021-3-107-112. [in Russian]
23. Henson J. Chronic Pain Syndromes: Myofascial Pain Syndrome / J. Henson // FP Essent. — 2023. — № 533. — P. 16–20.
24. Nijs J. Nociceptive, neuropathic, or nociplastic low back pain? The low back pain phenotyping (BACPAP) consortium's international and multidisciplinary consensus recommendations / J. Nijs, E. Kosek, A. Chiarotto [et al.] // Lancet Rheumatol. — 2024. — № 6 (3). — P. e178–e188. — DOI: 10.1016/S2665-9913(23)00324-7.
25. Trevel Dzh.G. Miofastsial'nye boli i disfunktsii [Myofascial pain and dysfunction] / Dzh.G. Trevel, D.G. Simons. — Moscow: Meditsina, 2005. — 644 p. [in Russian]
26. Parfenov V.A. Hronicheskaja skeletno-myshechnaja pojasnichnaja bol': komorbidnye narusheniya i terapija [Chronic musculoskeletal low back pain: comorbid disorders and therapy] / V.A. Parfenov, I.A. Lamkova // Medicinskij sovet [Medical advice]. — 2021. — № 10. — P. 34–41. — DOI: 0.21518/2079-701X-2021-10-34-41. [in Russian]
27. Rubin D.I. Needle electromyography: Basic concepts / D.I. Rubin // Handb Clin Neurol. — 2019. — № 160. — P. 243–256. — DOI: 10.1016/B978-0-444-64032-1.00016-3.
28. Stålberg E. Standards for quantification of EMG and neurography / E. Stålberg, H. van Dijk, B. Falck [et al.] // Clin Neurophysiol. — 2019. — № 130 (9). — P. 1688–1729. — DOI: 10.1016/j.clinph.2019.05.008.
29. Karnik A.S. Ultrasound Examination of Pediatric Musculoskeletal Diseases and Neonatal Spine / A.S. Karnik, A. Karnik, A. Joshi // Indian J Pediatr. — 2016. — № 83 (6). — P. 565–577. — DOI: 10.1007/s12098-015-1957-2.
30. Novikov Ju. O. Ul'trazvukovoj sposob diagnostiki gipermobil'nosti shejnogo otdela pozvonochnika i miofastsial'nogo bolevoogo sindroma [Ultrasound method for diagnosing hypermobility of the cervical spine and myofascial pain syndrome] / Ju. O. Novikov, G. A. Ivanichev // Kazanskij medicinskij zhurnal [Kazan Medical Journal]. — 2000. — № 81 (6). — P. 494–496. [in Russian]
31. Cheung W.K. Role of Ultrasound in Low Back Pain: A Review / W.K. Cheung, J.P.Y. Cheung, W.N. Lee // Ultrasound Med Biol. — 2020. — № 46(6). — P. 1344–1358. — DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2020.02.004.
32. Ponomarenko S.A. Transabdominal'naja ul'trasonografija pojasnichnogo otdela pozvonochnika: metodologija, normal'naja anatomija [Transabdominal ultrasonography of the lumbar spine: methodology, normal anatomy] / S.A. Ponomarenko // SMB. — 2015. — № 2 (49). — P. 60–65. [in Russian]
33. Takeuchi M. Ultrasonography has a diagnostic value in the assessment of cervical radiculopathy: A prospective pilot study / M. Takeuchi, N. Wakao, K. Murotani [et al.] // Eur Radiol. — 2017. — № 27 (8). — P. 3467–3473. — DOI: 10.1007/s00330-016-4704-9.
34. Cervera-Cano M. Rore Synergies Measured with Ultrasound in Subjects with Chronic Non-Specific Low Back Pain and Healthy Subjects: A Systematic Review / M. Cervera-Cano, L. López-González, D. Valcárcel-Linares [et al.] // Sensors (Basel). — 2022. — № 22 (22). — P. 8684. — DOI: 10.3390/s22228684.

35. Song S. Assessing Bone Quality of the Spine in Children with Scoliosis Using the Ultrasound Reflection Frequency Amplitude Index Method: A Preliminary Study / S. Song, H. Chen, C. Li [et al.] // *Ultrasound Med Biol.* — 2022. — № 48 (5). — P. 808–819. — DOI: 10.1016/j.ultrasmedbio.2022.01.002.
36. Siritsyna Ju.Ch. Miofasiatsial'nyj bolevoj sindrom: etiologija, klinika, printsipy lechenija [Myofascial pain syndrome: etiology, clinical picture, principles of treatment] / Ju.Ch. Siritsyna, A. V. Spivakov // *Medicinskie novosti [Medical news]*. — 2020. — № 8. — P. 13–17. [in Russian]
37. Kumbhare D. Ultrasound-Guided Interventional Procedures: Myofascial Trigger Points With Structured Literature Review / D. Kumbhare, D. Singh, H.A. Rathbone [et al.] // *Ultrasound-Guided Interventional Procedures: Myofascial Trigger Points With Structured Literature Review.* — 2017. — № 42 (3). — P. 407–412. — DOI: 10.1097/AAP.0000000000000572.
38. Wang W. Biomechanical responses of human lumbar spine and pelvis according to the Roussouly classification / W. Wang, B. Pei, S. Wu [et al.] // *PLoS One.* — 2022. — № 17 (7). — P. e0266954. — DOI: 10.1371/journal.pone.0266954.
39. Tamartash H. Ultrasound evidence of altered lumbar fascia in patients with low back pain / H. Tamartash, F. Bahrpeyma, M. Dizaji // *Clin Anat.* — 2023. — № 36 (1). — P. 36–41. — DOI: 10.1002/ca.23964.
40. Chi M. Ultrasound for Lumbar Spinal Procedures / M. Chi, A.S. Chen // *Phys Med Rehabil Clin N Am.* — 2018. — № 29 (1). — P. 49–60. — DOI: 10.1016/j.pmr.2017.08.005.
41. Daniel E.S. The reliability of video fluoroscopy, ultrasound imaging, magnetic resonance imaging and radiography for measurements of lumbar spine segmental range of motion in-vivo: A review / E.S. Daniel, R.Y.W. Lee, J.M. Williams // *J Back Musculoskelet Rehabil.* — 2023. — № 36 (1). — P. 117–135. — DOI: 10.3233/BMR-210285.
42. Jiang L.J. A perspective on medical infrared imaging / L.J. Jiang, E.Y. Ng, A.C. Yeo[et al.] // *J Med Eng Technol.* — 2005. — № 29 (6). — P. 257–267. — DOI: 10.1080/03091900512331333158.
43. Ring E.F. Infrared thermal imaging in medicine / E.F. Ring, K. Ammer // *Physiol Meas.* — 2012. — № 33 (3). — P. R33–46. — DOI: 10.1088/0967-3334/33/3/R33.
44. Kumar P. Applications of thermal imaging with infrared thermography in Orthopaedics / P. Kumar, A. Gaurav, R.K. Rajnish [et al.] // *J Clin Orthop Trauma.* — 2021. — № 24. — P. 101722. — DOI: 10.1016/j.jcot.2021.101722.
45. Djajakusumah T.M. The predictive value of infrared thermal imaging (IRT) for peripheral artery disease: A systematic review / T.M. Djajakusumah, V.S. Candrawinata, J.P. Ho[et al.] // *Medicine (Baltimore).* — 2023. — № 102 (43). — P. e35639. — DOI: 10.1097/MD.00000000000035639.
46. Ramirez-GarciaLuna J.L. Use of Infrared Thermal Imaging for Assessing Acute Inflammatory Changes: A Case Series / J.L. Ramirez-GarciaLuna, K. Rangel-Berridi, R. Bartlett [et al.] // *Cureus.* — 2022. — № 14(9). — P. e28980. — DOI: 10.7759/cureus.28980.
47. Polidori G. Medical Infrared Thermography in back pain osteopathic management / G. Polidori, M. Kinne, T. Mereu [et al.] // *Complement Ther Med.* — 2018. — № 39. — P. 19–23. — DOI: 10.1016/j.ctim.2018.05.010.
48. Falkowski A.L. In vivo 3D tomography of the lumbar spine using a twin robotic X-ray system: quantitative and qualitative evaluation of the lumbar neural foramina in supine and upright position / A.L. Falkowski, B.K. Kovacs, R.M. Benz [et al.] // *Eur Radiol.* — 2021. — № 31 (5). — P. 3478–3490. — DOI: 10.1007/s00330-020-07355-x.
49. Al-Hihi E. Improving appropriate imaging for non-specific low back pain / E. Al-Hihi, C. Gibson, J. Lee [et al.] // *BMJ Open Qual.* — 2022. — № 11(1). — P. e001539. — DOI: 10.1136/bmjopen-2021-001539.
50. GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021 // *Lancet Rheumatol.* — 2023. — № 5 (6). — P. e316–e329. — DOI: 10.1016/S2665-9913(23)00098-X.
51. Øverås C.K. Distribution and prevalence of musculoskeletal pain co-occurring with persistent low back pain: a systematic review / C.K. Øverås, M.S. Johansson, T.F. de Campos [et al.] // *BMC Musculoskelet Disord.* — 2021. — № 22 (1). — P. 91. — DOI: 10.1186/s12891-020-03893-z.
52. Urits I. Treatment and management of myofascial pain syndrome / I. Urits, K. Charipova, K. Gress [et al.] // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* — 2020. — № 34 (3). — P. 427–448. — DOI: 10.1016/j.bpa.2020.08.003.
53. Lluch E. Prevalence, Incidence, Localization, and Pathophysiology of Myofascial Trigger Points in Patients With Spinal Pain: A Systematic Literature Review / E. Lluch, J. Nijs, M. De Kooning [et al.] // *J Manipulative Physiol Ther.* — 2015. — № 38 (8). — P. 587–600. — DOI: 10.1016/j.jmpt.2015.08.004.
54. Nicol A.L. Alternatives to Opioids in the Pharmacologic Management of Chronic Pain Syndromes: A Narrative Review of Randomized, Controlled, and Blinded Clinical Trials / A.L. Nicol, R.W. Hurley, H.T. Benzon // *Anesth Analg.* — 2017. — № 125 (5). — P. 1682–1703.
55. Lam C. Myofascial pain - A major player in musculoskeletal pain / C. Lam, V.T. Francio, K. Gustafson [et al.] // *Best Pract Res Clin Rheumatol.* — 2024. — № 38 (1). — P. 101944. — DOI: 10.1016/j.berh.2024.101944.
56. Martel Villagrán J. Diagnostic accuracy of lumbar CT and MRI in the evaluation of chronic low back pain without red flag symptoms / J. Martel Villagrán, R.T. Martínez-Sánchez, E. Cebada-Chaparro [et al.] // *Radiologia (Engl Ed).* — 2023. — № 65. — Suppl. 2. — P. S59–S70. — DOI: 10.1016/j.rxeng.2023.02.004.
57. Abdollah V. Texture analysis in the classification of T2-weighted magnetic resonance images in persons with and without low back pain / V. Abdollah, E.C. Parent, S. Dolatabadi [et al.] // *J Orthop Res.* — 2021. — № 39 (10). — P. 2187–2196. — DOI: 10.1002/jor.24930.