

УДК 616.833-073.7

Физиологическая оценка болевого синдрома в спине у детей подросткового возраста

Корпань М.В.¹, Сорокина Н.Д.¹, Перцов С.С.^{1,2}, Селицкий Г.В.¹, Савин Л.А.¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
127006, Москва, ул. Долгоруковская, д. 4

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»
125315, Москва, ул. Балтийская, д. 8

Цель исследования. Изучить динамику болевого синдрома у пациентов с диагностированной дорсалгией методом поверхностной электромиографии напряжения мышц, соответствующих локализации боли, а также с использованием психометрических данных оценки боли и показателей ситуативной тревоги до и после мануальной терапии в сравнении со стандартным медикаментозным лечением.

Материалы и методы. Исследование проведено на подростках в возрасте 14–17 лет с диагностированной вертеброгенной рефлекторной патологией (цервикалгия, тораколгия, люмбалгия). Выделены 2 группы пациентов с дорсалгией, которые прошли курс комплексной мануальной терапии: группа 1 включала пациентов с миофасциальным болевым синдромом, с функциональными блоками C3–C4, C4–C5, C7–Th1; группа 2 – пациентов с мышечно-тоническим синдромом и с функциональными блоками на уровнях L2–L3, L4–L5, L5–S1. В группы сравнения для каждой из основных групп вошли пациенты с аналогичными болевыми синдромами, получавшие стандартную медикаментозную терапию. Контрольную группу составили условно здоровые испытуемые (физиологическая норма). Выраженность болевого синдрома оценивали в тестах ВАШ и Мак-Гилла, а также по динамике показателей поверхностной электромиографии до и после комплексной мануальной терапии (по отношению к группе сравнения и контрольной группе).

Результаты. В исследовании выявлены статистически достоверные изменения показателей поверхностной электромиографии, регистрируемой от верхней порции трапецевидной мышцы и квадратной мышцы поясницы после комплексной мануальной терапии, по сравнению с медикаментозным лечением и физиологической нормой. Показатели болевого синдрома (по тестам ВАШ и Мак-Гилла) коррелировали со степенью напряжения мышц по результатам поверхностной электромиографии в пробах на изометрическое сокращение. Обнаружены различия эффективности комплексной мануальной терапии у пациентов с дорсалгией, проявляющейся мышечно-тоническим или миофасциальным болевым синдромом. Показатели боли пациентов разных групп статистически значимо отличались от нормы в фоновом исследовании, и статистически значимо уменьшались после комплексной мануальной терапии. Комплексная мануальная терапия оказывала более выраженное влияние на показатели боли в группе с МФБС, чем с МТС, обнаружили также статистически значимое уменьшение боли у пациентов с цервикалией/дорсалгией, чем люмбалгией.

Заключение. Комплексное нейрофизиологическое обследование показало, что мануальная терапия у пациентов с функциональными блоками в позвоночнике более эффективна в случае наличия МФБС, чем МТС; при этом наиболее выраженный эффект воздействия проявлялся в области шейных позвонков и верхней части спины по сравнению с поясничной областью. Существенно, что при лечении болевого синдрома использование комплексной мануальной терапии давало лучший результат, чем стандартная медикаментозная терапия.

Ключевые слова: миофасциальный болевой синдром; мышечно-тонический синдром; поверхностная электромиография; визуальная шкала оценки боли; ситуативная тревога.

Для цитирования: Корпань М.В., Сорокина Н.Д., Перцов С.С., Селицкий Г.В., Савин Л.А. Физиологическая оценка болевого синдрома в спине у детей подросткового возраста. Патогенез. 2025; 23(2): 49–56

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.02.49-56

Для корреспонденции: Сорокина Наталия Дмитриевна, e-mail: knfimf-physiol-rum@mail.ru

Финансирование. Исследование не имеет спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 30.03.2025.

Physiological assessment of back pain in adolescent children

Korpan M.V.¹, Sorokina N.D.¹, Pertsov S.S.^{1,2}, Selitsky G.V.¹, Savin L.A.¹

¹ Russian University of Medicine

Dolgorukovskaya Str. 4, Moscow 127006, Russian Federation

² Federal Research Center for Innovator and Emerging Biomedical and Pharmaceutical Technologies

Baltiyskaya Str. 8, Moscow 125315, Russian Federation

The purpose of the study. To study the dynamics of pain syndrome in patients with diagnosed dorsalgia by the method of superficial electromyography of muscle tension corresponding to the localization of pain, as well as using psychometric data on pain assessment and indicators of situational anxiety before and after manual therapy in comparison with standard drug treatment.

Materials and methods. The study was conducted on adolescents aged 14–17 years with diagnosed vertebrogenic reflex pathology (cervicalgia, thoracalgia, lumbalgia). Two groups of patients with dorsalgia who underwent a course of complex manual therapy were identified: group 1 included patients with myofascial pain syndrome, with functional blocks C3–C4, C4–C5, C7–Th1; group 2 included patients with muscular-tonic syndrome and with functional blocks at the levels L2–L3, L4–L5, L5–S1. The comparison group included patients with similar pain syndromes who received standard drug therapy. The control group consisted of conditionally healthy subjects (physiological norm). The severity of the pain syndrome was assessed in the VAS and McGill tests, as well as by the dynamics of surface electromyography before and after complex manual therapy (relative to the comparison group and the control group).

Results. The study revealed statistically significant changes in the parameters of surface electromyography recorded from the upper portion of the trapezius muscle and the square muscle of the lower back after complex manual therapy, compared with drug treatment and the physiological norm. Pain syndrome indicators (according to the VAS and McGill tests) correlated with the degree of muscle tension according to the results of surface electromyography in isometric contraction tests. Differences in the effectiveness of complex manual therapy were found in patients with dorsalgia, manifested by musculotonic or myofascial pain syndrome.

Conclusion. A comprehensive neurophysiological examination showed that manual therapy in patients with functional blocks in the spine is more effective in the presence of MFBS than MTS; the most pronounced effect of the impact was manifested in the area of the cervical vertebrae and upper back compared to the lumbar region. It is significant that in the treatment of pain syndrome, the use of complex manual therapy gave a better result than standard drug therapy.

Key words: myofascial pain syndrome; musculotonic syndrome; superficial electromyography; visual pain assessment scale; situational anxiety

For citation: Korpan M.V., Sorokina N.D., Pertsov S.S., Selitsky G.V., Savin L.A. [Physiological assessment of back pain in adolescent children]. *Patogenez [Pathogenesis]*. 2025; 23(2) 49–56 (in Russian)

DOI: 10.48612/path/2310-0435.2025.02.49-56

For correspondence: Sorokina Natalia Dmitrievna, e-mail: knfimf-physiol-rum@mail.ru

Funding. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: 30.03.2025.

Введение

Хроническая скелетно-мышечная боль (ХСМБ) – это боль, которая ощущается в скелетно-мышечных тканях, длится или повторяется более трёх месяцев, характеризуется значительными нарушениями функций и эмоциональными расстройствами. Рабочая группа IASP определяет первичную ХСМБ как «хроническую боль в мышцах, костях, суставах или сухожилиях, которая характеризуется значительным эмоциональным дистрессом или функциональной недостаточностью» [1]. Одним из наиболее частых проявлений ХСМБ является миофасциальный болевой синдром (МФБС), который может формироваться в любых паравертебральных или экстравертебральных мышцах [2].

Частота встречаемости эпизодических и хронических болей (ХСМБ) в спине и пояснице у детей и подростков растет с возрастом: в 10–12 лет – 23,4% и 6,2% соответственно, в 13–15 лет – 41,8% и 9,1% соответственно, в 16–18 лет – 52,9% и 16,6% соответственно. Наиболее частыми причинами боли в спине у людей этих возрастных групп являются мышечно-тонический синдром (МТС) и МФБС. Основным симптомом МТС – боль при движении и при пальпации в паравертебральных мышцах в зависимости от уровня поражения. У пациентов с МФБС боль возникает в процессе движения при растяжении поражённой мышцы и характеризуется как ноющая, глубокая, тянущая боль. При пальпаторном обследовании мышцы, вовлеченной в движение, выявляется напряжение, а также возникает локальная и отраженная боль. При этом обнаруживаются болезненные уплотнения (триггерные узелки), что во многом служит основой формирования МФБС. В результате воздействия главного и сопутствующих факторов (поскольку это

полиэтиологическое расстройство) возникает дисбаланс между сокращением и расслаблением мышечных волокон (дисфункция аппарата Гольджи в альфа-мотонейронах) [3]. МФБС наиболее часто наблюдается в трапецевидных, лестничных и ромбовидных мышцах, квадратной поясничной мышце, грушевидной, средней ягодичной и паравертебральных мышцах. Этот синдром может возникать как на фоне аномалий развития, так и в случаях ортопедической патологии; терапия предполагает фармакологические и нефармакологические методы [2]. Согласно обзору литературы [4], распространенность вертеброгенных болей в шее, спине и пояснице у подростков варьирует от 5% до 72%.

Распространенность и локализация болей в спине у детей и подростков 9–17 лет с деформациями позвоночника проанализирована ранее [5]. На первом по распространенности месте болевой синдром выявлен в поясничном, на втором – в шейном, на третьем – в грудном отделе позвоночника. При этом девочки предъявляют жалобы на боль в спине чаще, чем мальчики. Основными причинами появления болей в спине являются физическая нагрузка, стресс, длительное нахождение в одном и том же положении. По интенсивности преобладает умеренная боль. Возникновение боли в спине чаще отмечается у подростков более старшего возраста, в то время как между интенсивностью и продолжительностью боли с возрастом значимой корреляции не выявлено.

В рутинную практику как клинических, так и физиологических исследований входит поверхностная электромиография (ЭМГп), предоставляя возможность простой и доступной количественной оценки функционального состояния мышц в норме и при болевом синдроме [6]. Относительные изменения степени напряжения параверте-

бральных мышц по данным ЭМГп позволяют с высокой точностью дифференцировать пациентов с болями в спине от других групп обследуемых [7]. Однако психофизиологические особенности подростков с хронической болью в спине, проявляющейся МТС или МФБС, мало изучены.

Цель исследования. Изучить динамику болевого синдрома у пациентов с диагностированной дорсалгией методом ЭМГп напряжения мышц, соответствующих локализации боли, а также с использованием психометрических данных оценки боли и показателей ситуативной тревоги до и после мануальной терапии в сравнении со стандартным медикаментозным лечением.

Материалы и методы исследования

Работа проведена на подростках (49 мальчиков, 53 девочки) в возрасте 14–17 лет с диагнозом дорсалгия, давших добровольное информированное согласие на участие в исследовании, которое одобрено Межвузовским Комитетом по этике от 16.03.2023 г., протокол №03-23.

Обследуемые предъявляли жалобы на боли в мышцах и шейном, грудном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника. Выделены 2 группы пациентов с функциональными блоками C3–C4, C4–C5, C7–Th1 (группа 1) и L2–L3, L5–S1 (группа 2), у которых был выявлен МФБС или МТС. В исследование не включали пациентов, перенесших операции на позвоночнике, получавших медикаментозное лечение, имеющих соматическую, неврологическую или психическую патологию.

Группа 1 включала пациентов с жалобами на боль по задней поверхности шейного отдела и верхней части спины (цервикалгия и/или торакалгия); функциональные блоки на уровнях C2–C3, C5–C6, C7–Th1. В группе 1 сформированы следующие выборки пациентов:

– 1-1-1: цервикалгия и/или торакалгия с МТС (14 человек, 7 мальчиков и 7 девочек), комплексная мануальная терапия;

– 1-2-1: цервикалгия и/или торакалгия с МФБС (13 человек, 6 мальчиков и 7 девочек), комплексная мануальная терапия;

– 1-1-2: цервикалгия и/или торакалгия с МТС (10 человек, 6 мальчиков и 4 девочки), медикаментозная терапия;

– 1-2-2: цервикалгия и/или торакалгия с МФБС (10 человек, 5 мальчиков и 5 девочек), медикаментозная терапия.

Группа 2 включала пациентов с жалобами на боль в поясничном отделе позвоночника и квадратной мышце поясницы (люмбалгия); функциональные блоки на уровнях L2–L3, L4–L5, L5–S1. В группе 2 сформированы следующие выборки пациентов:

2-1-1: люмбалгия с МТС (13 человек, 6 мальчиков и 7 девочек), комплексная мануальная терапия;

2-2-1: люмбалгия с МФБС (12 человек, 6 мальчиков и 6 девочек), комплексная мануальная терапия;

2-1-2: люмбалгия с МТС (11 человек, 5 мальчиков и 6 девочек), медикаментозная терапия;

2-2-2: люмбалгия с МФБС (10 человек, 4 мальчика и 6 девочек), медикаментозная терапия.

Контрольная группа состояла из 9 условно здоровых испытуемых (4 мальчика и 5 девочек) без вертеброгенной патологии и болевого синдрома.

Перед началом курса комплексной мануальной терапии проводили рентгенографию соответствующего болевому синдрому отдела позвоночника. При отсутствии каких-либо противопоказаний, лечение состояло из 10 сеансов по 3 сеанса в неделю (последняя неделя – 1 раз, включая исследование).

Курс разработанной комплексной мануальной терапии включал в себя применение мышечных техник – постизометрической релаксации мышц и ишемической компрессии триггерных точек на спазмированных мышцах, а также суставных техник – мобилизации и высокоскоростных низкоамплитудных техник, направленных на увеличение мобильности отдела позвоночника с выявленными функциональными блоками позвонков. Процедуры мануальной терапии подробно описаны ранее [8].

Пациенты с аналогичными болевыми синдромами, входящие в группу сравнения, получали курсы медикаментозной терапии НПВС (нестероидными противовоспалительными препаратами): нурофен, 2–3 дня с повторением через 2 недели, без комплексной мануальной терапии.

Субъективную степень интенсивности боли определяли с помощью визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) и опросника боли Мак-Гилла. Выраженность болевого синдрома у пациентов разных групп оценивали по усредненному показателю в двух тестах в исходном состоянии, и после 1 месяца комплексной мануальной терапии или прерывистого курса медикаментозной терапии (1 месяц).

Уровень личностной и ситуативной тревоги пациентов определяли по тесту Спилберга до начала лечения, а также после 1 месяца комплексной мануальной терапии или прерывистого курса медикаментозной терапии (1 месяц).

ЭМГп регистрировали на приборе Нейрон-Спектр-5. Биполярные поверхностные электроды размещали на верхней порции трапецевидной мышцы или на квадратной поясничной мышце (в соответствии с локализацией боли и мышечного напряжения): референтный электрод («+») устанавливали на сухожилие мышцы в точке прикрепления к кости, отводящий электрод («–») – на брюшко мышцы. Напряжение мышцы регистрировали на стороне болевого синдрома, или справа в случае симметричной локализации боли. Биопотенциалы записывали в расслабленном состоянии; затем пациенту давали инструкцию напрягать мышцу (изометрическое сокращение), выполняли усреднение регистрируемых биопотенциалов по двум записям. Время записи – 60 с. В таблицу вносили данные, усредненные по группе испытуемых. В дальнейшем сравнивали полученные данные (максимальная амплитуда ЭМГп, средняя амплитуда, отношение средней амплитуды к средней частоте) в исходном состоянии, после комплексной мануальной терапии или медикаментозной терапии.

Статистическую значимость различий оценивали с помощью непараметрических критериев Вилкоксона и Краскела-Уоллиса. Корреляционные коэффициенты определяли с помощью критерия ранговой корреляции Спирмена.

Результаты исследования

По результатам теста ВАШ и опросника Мак-Гилла показано, что интенсивность боли в группе подростков с цервикалгией и/или торакалгией отличалась от таковой у обследуемых с люмбалгией (табл. 1). Установлено, что после комплексной мануальной терапии у пациентов обеих групп психометрические показатели статистически значимо уменьшались по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,01$ и $p < 0,001$, соответственно), однако не достигали значений контрольной группы – 3,6 (3,0; 4,1) балла. (табл. 1).

Обнаружено, что у пациентов, получавших прерывистый курс медикаментозной терапии, показатели интенсивности боли снижались лишь незначительно по сравнению с исходным состоянием. Выявленное в этих условиях статистически незначимое уменьшение выраженности МФБС с локализацией в шейном, грудном или поясничном отделе позвоночника свидетельствует о низкой эффективности НПВС в лечении болевого синдрома у подростков с хронической миофасциальной болью.

Средние значения ситуативной тревоги по тесту Спилбергера в фоновом исследовании практически не отличались у пациентов с МФБС и МТС: 49,7 (48,2; 52,2) и 49,5 (49,3; 49,7) соответственно. Данный параметр значимо снижился ($p < 0,05$) только в группах обследуемых, получавших комплексную мануальную терапию: до 40,2 (38,9; 40,5) и 42,5 (42,8; 42,2) баллов, $p = 0,022$ и $p = 0,017$ соответственно. После медикаментозной терапии показатель ситуативной тревоги у обследуемых обеих групп статистически значимо не отличался от исходного уровня.

Установлено, что усредненный показатель интенсивности боли по тестам ВАШ и Мак-Гилла у пациентов с дор-

салгией, сопровождающейся МТС или МФБС, значимо снижался после комплексной мануальной терапии ($p < 0,01$ и $p < 0,01$ соответственно по сравнению с исходным состоянием; табл. 1). При этом выраженность болевого синдрома у обследуемых с МФБС в области трапецевидных или квадратных мышц поясницы уменьшалась более чем на 50%, а у пациентов с МТС – только на 30%. Показатели выраженности болевого синдрома у пациентов с МФБС после мануальной терапии были статистически значимо ниже (табл. 1, $p < 0,01$), чем у пациентов с МТС (что свидетельствует о большей эффективности комплексной мануальной терапии при МФБС в купировании болевого синдрома).

Медикаментозная терапия НПВС (нурофен, 2–3-дневный курс с интервалом 2 недели в течение 1 месяца) не приводила к статистически значимым изменениям этого параметра и, следовательно, была мало эффективна в плане купирования боли ($p > 0,05$).

В нашей работе впервые проведена оценка показателей ЭМГп в исследуемой выборке пациентов в исходном состоянии и после мануальной терапии в течение 1 месяца. Выявлено, что как до, так и после терапии трапецевидные мышцы характеризуются большими значениями максимальной амплитуды, средней амплитуды и отношением средней амплитуды к средней частоте, чем квадратные мышцы поясницы (табл. 2, $p < 0,01$). У пациентов с МТС и МФБС после комплексной мануальной терапии средняя величина максимальной амплитуды и максимальная амплитуда ЭМГп квадратной мышцы снизилась на 12% ($p < 0,05$) и 15% ($p < 0,01$) соответственно, по сравнению с исходным значением. В то же время, изученный показатель для трапецевидной мышцы у пациентов указанных групп после комплексной мануальной терапии уменьшился на 17% ($p < 0,05$) и 45% ($p < 0,01$), со-

Таблица 1.

Усредненный показатель оценки боли по шкале ВАШ и Мак-Гилла в разных группах обследуемых (баллы, медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%)

Группы	Исходное состояние	После комплексной мануальной терапии	После медикаментозной терапии
Контрольная группа	3,6 (3,0; 4,1)	—	—
Цервикалгия и/или торакалгия (группа 1)			
1-1-1 (ФБ+МТС)	16,8 (16,6; 17,0)	7,9 (7,3; 8,5) ♦	—
1-2-1 (ФБ+МФБС)	17,7 (17,2; 18,2)	4,9 (4,5; 5,3) ♦, **	—
1-1-2 (ФБ+МТС)	16,7 (15,5; 15,9)	—	15,6 (15,5; 15,7)
1-2-2 (ФБ+МФБС)	16,3 (16,1; 16,5)	—	15,9 (15,5; 16,3)
Люмбалгия (группа 2)			
2-1-1 (ФБ+МТС)	15,5 (15,2; 15,8) ^^	6,7 (6,4; 7,0) ♦	—
2-2-1 (ФБ+МФБС)	16,2 (15,8; 16,6) ^^	5,2 (5,0; 5,4) ♦, **	—
2-1-2 (ФБ+МТС)	15, 4 (15,1; 15,7) ^^	—	15,1 (15,0; 15,2)
2-2-2 (ФБ+МФБС)	15, 3 (15,0; 15,6) ^^	—	15,2 (15,0; 15,4)

Примечание: ФБ – функциональные блоки; МТС – мышечно-тонический синдром; МФБС – миофасциальный болевой синдром. Обозначения статистической значимости межгрупповых различий: ^^ – $p < 0,05$, различия между группами с люмбалгией и цервикалгией/торакалгией в исходном состоянии; ♦ – $p < 0,01$, после мануальной терапии по сравнению с исходным состоянием; ** – $p < 0,05$ – после мануальной терапии между группами МФБС и МТС.

ответственно. Обнаружена достоверная разница средних значений исследуемых показателей трапециевидных мышц и квадратных мышц после мануальной терапии по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$, табл. 2). Полученные данные демонстрируют функциональные различия в реакции на мануальную терапию этих мышц.

Нами обнаружено, что степень напряжения исследуемых мышц в исходном состоянии коррелирует с выраженностью болевого синдрома ($r = 0,67$, $p = 0,004$).

В ходе исследования выявлена взаимосвязь выраженности болевого синдрома с максимальной амплитудой ЭМГп и средней амплитудой ЭМГп как до, так и после комплексной мануальной терапии. Показано, что курс мануальной терапии приводит к однонаправленным изменениям изученных показателей (выраженности боли, уровня ситуативной тревоги, ЭМГп), отражающим общую тенденцию к нормализации состояния пациентов. Следует отметить, что взаимосвязи между выраженностью болевого синдрома и степенью напряжения мышц отличались в разных областях спины. Однако комплексная мануальная терапия была эффективна в плане улучшения показателей степени болевого синдрома и расслабления мышц у пациентов с МФБС – практически до уровня физиологической нормы (без скелетно-мышечной боли).

В результате корреляционного анализа обнаружены значимые прямые взаимосвязи усредненного показателя выраженности болевого синдрома по тестам ВАШ и Мак-Гилла со степенью напряжения мышц по ЭМГп в пробах на изометрическое сокращение: в группе с МТС – $r = 0,63$ $p = 0,006$, в группе с МФБС – $r = 0,67$ $p = 0,004$.

Обнаружено, что показатели ЭМГп, регистрируемой от трапециевидной и квадратной мышц спины, статистически значимо изменяются после комплексной мануальной терапии (табл. 2). Таким образом, показатели ЭМГп изученных групп параспинальных мышц у подростков с дорсалгией и МФБС или МТС могут служить одним из критериев эффективности и динамики терапии болевого синдрома.

Обсуждение

В работе обнаружено, что показатели выраженности болевого синдрома у пациентов подросткового возраста с МФБС были выше, чем при МТС для групп мышц в шейном и в поясничном отделе в исходном состоянии (до комплексной мануальной терапии), что не противоречит имеющимся данным об особенностях боли при МФБС [9] и МТС у взрослых [10]. В нашем исследовании показано, что усредненный показатель интенсивности боли по тестам ВАШ и Мак-Гилла у пациентов с дорсалгией, сопровождающейся МТС или МФБС, достоверно значимо снижался после комплексной мануальной терапии. При этом выраженность болевого синдрома у обследуемых с МФБС в области трапециевидных или квадратных мышц поясницы уменьшалась более значительно, чем у пациентов с МТС, приближаясь к норме, возможно за счёт более высокого исходного уровня боли. Медикаментозная терапия НПВС

не приводила к статистически значимым изменениям этого параметра и, следовательно, была мало эффективна в плане купирования боли, что можно использовать в практике.

В результате нашего исследования показано, что после комплексной мануальной терапии достоверно снижались: средняя амплитуда; максимальная амплитуда ЭМГп и отношение средней амплитуды к средней частоте ЭМГп. Действительно, по мере того как мышца расслабляется, средняя частота спектра мощности ЭМГп смещается в сторону более низких частот из-за изменения вовлечённости мышечных волокон и других изменений в сократительных свойствах, показатель отношения средней амплитуды к средней частоте ЭМГп и спектральной мощности снижается [11], аналогичные изменения происходят в амплитудных характеристиках ЭМГп [12].

В нашей работе впервые проведена оценка показателей ЭМГп верхней порции трапециевидной мышцы и квадратной мышцы поясницы у пациентов в исходном состоянии и после мануальной терапии в течение 1 месяца. Выявлено, что как до, так и после терапии, трапециевидные мышцы характеризуются большими значениями максимальной амплитуды, средней амплитуды и отношением амплитуды к частоте, чем квадратные мышцы поясницы. Полученные результаты демонстрируют выраженные функциональные различия между исследованными мышцами, возможно, за счёт большей вовлечённости мышц плечевого пояса в различные виды деятельности по сравнению с квадратной мышцей поясницы у подростков с преобладающей учебной деятельностью (без занятий спортом во внеурочное время). Нами обнаружено, что степень напряжения исследуемых мышц в исходном состоянии коррелирует с выраженностью болевого синдрома.

В работе [13] показаны аналогичные данные на взрослых пациентах и в динамических пробах. У пациентов с болью в спине при сгибании и разгибании с касанием пола кончиками пальцев в динамической записи ЭМГп возникало усиление антагонистической активности параспинальных мышц с целью уменьшения болевого синдрома, что приводило к значительному повышению ЭМГп у пациентов по сравнению с группой контроля. После лечебного массажа отмечали уменьшение амплитуды ЭМГп (уменьшение напряжения) при неспецифической боли в спине у пациентов в пробах на разгибание и сгибание спины в динамической записи по сравнению с фоновой записью, при этом болевой синдром по оценкам ВАШ достоверно снижался.

Следует отметить, что указанные выше динамические пробы отличались от использованных в нашем исследовании (кратковременное изометрическое напряжение) и были направлены на анализ ЭМГп при растяжении и значительном напряжении параспинальных мышц (ауксотоническое напряжение), что дополнительно характеризует особенности указанной группы мышц при неспецифической боли в спине. Авторы делают выводы о потенциальной пользе и специфической адаптации к динамическим упражнениям.

Авторы [14] приводят аналогичные данные: так, биоэлектрическая активность параспинальных мышц была выше у пациентов, чем у здоровых лиц в контрольной группе

Таблица 2.

Показатели ЭМГп в разных группах обследуемых (медиана и интерквартильный интервал 25% и 75%)

Исследуемые мышцы, состояние	Показатели ЭМГ	Контрольная группа		Группы пациентов			
		Трапециевидная мышца	Квадратная мышца поясницы	1-1-1 ФБ+МТС	1-2-1 ФБ+МФБС	2-1-2 ФБ+МТС	2-2-2 ФБ+МФБС
Цервикалгия и/или торакалгия (группа 1)							
Исходное состояние Верхняя порция трапециевидной мышцы	Максимальная амплитуда, мкВ	2197 (2182; 2212)		4022 ^ (4015; 4029)	4063 ^, # (4057; 4069)	4023 ^ (4019; 4027)	4058 ^, # (4049; 4067)
	Средняя амплитуда, мкВ	343 (305; 381)		577 ^ (575; 579)	583 ^, # (580; 586)	578 ^ (570; 586)	584 ^, # (584; 584)
	Амплитуда/частота, мкВ×с	1,9 (0,8; 2,0)		1,9 (1,7; 2,1)	2,8 ^, # (2,6; 3,0)	1,8 (1,3; 2,3)	2,7 ^, # (2,2; 3,2)
После комплексной мануальной терапии Верхняя порция трапециевидной мышцы	Максимальная амплитуда, мкВ			2897 * (2884; 22910)	1918 ** (1901; 1935)		
	Средняя амплитуда, мкВ			462 * (340; 346)	348 ** (339; 359)		
	Амплитуда/частота, мкВ×с			1,4 * (1,0; 1,8)	2,1 ** (1,8; 2,4)		
После медикаментозной терапии Верхняя порция трапециевидной мышцы	Максимальная амплитуда, мкВ					4022 (4020; 4024)	4065 (4061; 4069)
	Средняя амплитуда, мкВ					577 (570; 584)	485 (481; 489)
	Амплитуда/частота, мкВ×с					1,7 (1,0; 1,4)	2,6 (2,3; 2,9)
Люмбалгия (группа 2)							
Исходное состояние Квадратная поясничная мышца	Максимальная амплитуда, мкВ		1147 (1100; 1194)	1517 ^ (1515; 1519)	1568 ^, # (1545; 1591)	1519 ^ (1510; 1528)	1567 ^, # (1525; 1549)
	Средняя амплитуда, мкВ		231 (202; 260)	238 (231; 245)	265 ^, # (254; 276)	219 ^ (210; 228)	257 ^, # (247; 267)
	Амплитуда/частота, мкВ×с		1,1 (0,9; 1,3)	1,9 ^ (1,8; 2,0)	2,2 ^, # (2,1; 2,3)	2,1 ^ (1,8; 2,4)	2,3 ^, # (1,0; 1,6)
После комплексной мануальной терапии Квадратная поясничная мышца	Максимальная амплитуда, мкВ			1362 * (1357; 1377)	1317 ** (1525; 1549)		
	Средняя амплитуда, мкВ			223 * (219; 227)	219 ** (221; 237)		
	Амплитуда/частота, мкВ×с			1,4 * (1,3; 1,5)	1,2 ** (1,1; 1,3)		
После медикаментозной терапии Квадратная поясничная мышца	Максимальная амплитуда, мкВ					1497 (1490; 1504)	1557 (1551; 1563)
	Средняя амплитуда, мкВ					219 (218; 220)	267 (259; 275)
	Амплитуда/частота, мкВ×с					2,0 (1,9; 2,1)	1,7 (1,5; 1,9)

Примечание: ФБ – функциональные блоки; МТС – мышечно-тонический синдром; МФБС – миофасциальный болевой синдром. Обозначения статистической значимости межгрупповых различий: ^[^] – $p < 0,01$ – отличия от контрольной группы пациентов в исходном состоянии, * – $p < 0,05$ и ** – $p < 0,01$ после мануальной терапии по сравнению с исходным состоянием, # – $p < 0,05$ между МТС и МФБС.

во время динамических движений. Однако имеются и другие данные наблюдений, в которых мышечная активность у пациентов по сравнению с контрольной группой снижалась во время динамических движений, таких как боковое сгибание, сгибание/разгибание и вращательные движения [цит по 14], а также обнаруживалось отсутствие корреляций между показателями электромиографической активности (уменьшением или увеличением напряжения па-

распинальных мышц) и данными психофизиологического опросника Тампа для исследования кинезиофобии и опросника Эребру для оценки состояния опорно-двигательного аппарата [15].

По нашему мнению, снижение мышечной активности по данным ЭМГп, изложенным выше, у пациентов с ХСМБ, по сравнению с контрольной группой, особенно в таких пробах как боковое сгибание, сгибание-разгибание и вра-

щательные движения было оправдано ограниченным диапазоном движений у пациентов с ХСМБ из-за ограниченной гибкости позвоночника и боязни боли при выполнении динамических задач. Кроме того, снижение или повышение биоэлектрической активности мышц, вовлеченных в болевой синдром при ХСМБ, степень корреляций показателей ЭМГп с опросниками психофизиологического состояния пациентов и болевого синдрома по сравнению с контрольной группой, зависит от позы, выполняемого движения, статической или динамической нагрузки. Такие изменения, безусловно, связаны с функциональным состоянием мышц при конкретном диагнозе дорсалгии и с возрастом пациента. В нашем исследовании были изучены лица подросткового возраста, а в более старших возрастных группах может присоединяться остеопороз, дискогенная патология и другие синдромы, которые меняют как клиническую картину болевого синдрома, так и двигательную активность и эффективность мануальной терапии.

Таким образом, в ходе нашего исследования выявлена взаимосвязь выраженности болевого синдрома с максимальной амплитудой ЭМГп и средней амплитудой ЭМГп как до, так и после комплексной мануальной терапии. Показано, что курс мануальной терапии приводит к односторонним изменениям изученных показателей (выраженности боли, уровня ситуативной тревоги, ЭМГп), отражающим общую тенденцию к нормализации состояния пациентов. Следует отметить, что степень взаимосвязи между выраженностью болевого синдрома и напряжением мышц отличалась в разных областях позвоночника в исходном состоянии. Однако комплексная мануальная терапия была эффективна как по показателю расслабления мышц, так и по уменьшению субъективной оценки болевого синдрома в обеих группах пациентов (практически до уровня физиологической нормы – без скелетно-мышечной боли).

Необходимо подчеркнуть, что сопоставленное влияние других видов немедикаментозного лечения на расслабление мышц при скелетно-мышечной боли в спине показано также в работах с БОС-терапией. Например, обследование пациентов с вертеброгенной ХСМБ показало, что ЭМГ-БОС-обучение путем визуальных стимулов с одновременной регистрацией ЭМГп от верхней порции трапециевидной мышцы, широчайшей мышцы (под лопаткой) и квадратной мышцы поясничного отдела спины способствует нервно-мышечному перепрограммированию и, как следствие, расслаблению мышц [16]. В результате этого воздействия снижение болевых ощущений у пациентов с ЭМГ-БОС терапией было более выражено, чем у обследуемых, получавших традиционное медикаментозное лечение.

Заключение

Комплексное нейрофизиологическое обследование показало, что мануальная терапия у пациентов с функциональными блоками в позвоночнике более эффективна в случае наличия МФБС, чем МТС; при этом наиболее выраженный эффект воздействия проявлялся в области шейных позвонков и верхней части спины по сравнению с по-

ясничной областью. Существенно, что при лечении болевого синдрома использование комплексной мануальной терапии давало лучший результат, чем стандартная медикаментозная терапия.

Список литературы

1. Koechlin H., Whalley B., Welton N.J., Locher C. The best treatment option(s) for adult and elderly patients with chronic primary musculoskeletal pain: A protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst. Rev.* 2019; 8: 269. DOI: 10.1186/s13643-019-1174-6
2. Сорокина Н.Д., Перцов С.С., Селицкий Г.В., Корпань М.В., Савин Л.А. Физиологические основы терапии скелетно-мышечного болевого синдрома нефармакологическими методами. *Российский журнал боли.* 2023; 21(4): 49–55. DOI:10.17116/pain20232104149
3. Frizziero A., Vittadini F., Fusco A., Giombini A., Masiero S. Efficacy of eccentric exercise in lower limb tendinopathies in athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2016; 56 (11): 1352–1358.
4. Jeffries J., Milanese S.F., Grimmer-Somers K.A. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature. *Spine.* 2007; 32: 2630–2637. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318158d70b
5. Ветрилэ М. С., Кулешов А. А., Еськин Н. А., Цыкунов М.Б., Коко-рев А.И., Пыжневская. О.П. Вертеброгенный болевой синдром у детей 9-17 лет с деформациями позвоночника. *Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста.* 2019; 1: 5–14. DOI: 10.17816/PTORS715-14
6. Котов-Смоленский А. М., Хижникова А. Е., Клочков А. С., Супо-нева Н. А., Пирадов М. А. Поверхностная ЭМГ: применимость в биомеханическом анализе движений и возможности для практической реабилитации. *Физиология человека.* 2021; 47(2): 122–134. DOI: 10.31857/s0131164621020041
7. Geisser M.E., Ranavaya M., Haig A.J., Roth R.S., Zucker R., Ambroz C., Caruso M. A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *J. Pain.* 2005; 6 (11): 711–726. DOI: 10.1016/j.jpain.2005.06.008
8. Ситель А.Б., Тетерина Е.Б. Методы мануальной терапии (специфические и неспецифические техники, показания и противопоказания). *Мануальная терапия.* 2008; 1(29): 3–21.
9. Девликамова Ф.И., Хабиров Ф.А. Миофасциальный болевой синдром: практическое развитие теоретических оснований. *Российский журнал боли.* 2020; 18(3): 39–47. DOI: 10.17116/pain20201803139
10. Данилов А.Б. Типы и патофизиологические механизмы боли – значение для клинической практики. *Manage pain.* 2014; 1: 4–8.
11. Bandpei M. M., Rahmani N., Majdolelam B., Abdollahi I., Ali S., Ahmad A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2014; 37(7): 510–521. DOI: 10.1016/j.jmpt.2014.05.006
12. Mohseni-Bandpei M.A., Watson M., Richardson B. Application of surface electromyography in the assessment of low back pain: a literature review. *Phys. Ther.* 2000; 5(2): 93–105. DOI: 10.1179/108331900786208860
13. Qiao J., Zhang S., Zhang J., Feng D. A study on the paraspinal muscle surface electromyography in acute nonspecific lower back pain. *Medicine.* 2019; 98(34): e16904. DOI: 10.1097/MD.00000000000016904
14. Becker S., Bergamo F., Schnake K.J., Schreyer S., Rembitzki I.V., Disselhorst-Klug C. The relationship between functionality and erector spinae activity in patients with specific low back pain during dynamic and static movements. *Gait Posture.* 2018; 66: 208–213. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.08.042
15. Lima M., Ferreira A.S., Reis F.J., Paes V., Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. *Gait Posture.* 2018; 61: 250–256. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.01.021
16. Lazaridou A., Paschali M., Vilsmark E.S., Jason Sadora J., Burton D., Bashara A., Edwards R.R. Biofeedback EMG alternative therapy for chronic low back pain. *Digital Health.* 2023; 9: 1–8. DOI: 10.1177/20552076231154386

References

1. Koechlin H., Whalley B., Welton N.J., Locher C. The best treatment option(s) for adult and elderly patients with chronic primary musculoskeletal pain: A protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Syst. Rev.* 2019; 8: 269. DOI: 10.1186/s13643-019-1174-6
2. Sorokina N.D., Pertsov S.S., Selitsky G.V., Korpan M.V., Savin L.A. [The physiological basis of therapy of musculoskeletal pain syndrome by non-

- pharmacological methods]. *Rossiiskii zhurnal boli [Russian Journal of Pain]*. 2023; 21(4): 49–55. DOI:10.17116/pain20232104149 (in Russian)
3. Frizziero A, Vittadini F, Fusco A, Giombini A, Masiero S. Efficacy of eccentric exercise in lower limb tendinopathies in athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness*. 2016; 56 (11): 1352–1358.
 4. Jeffries J., Milanese S.F., Grimmer-Somers K.A. Epidemiology of adolescent spinal pain: a systematic overview of the research literature. *Spine*. 2007; 32: 2630–2637. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318158d70b
 5. Vetrile M.S., Kuleshov A.A., Eskin N.A., Tsykunov M.B., Kokorev A.I., Pyzhevskaya O.P. [Vertebrogenic pain syndrome in children aged 9–17 years with spinal deformities]. *Ortopediya, travmatologiya i vosstanovitel'naya hirurgiya detskogo vozrasta [Orthopedics, traumatology and reconstructive surgery of children]*. 2019; 1: 5–14. DOI: 10.17816/PTORS715-14 (in Russian)
 6. Kotov-Smolensky A.M., Khizhnyakova A.E., Klochkov A.S., Suponeva N.A., Piradov M.A. [Surface EMG: applicability in biomechanical analysis of movements and possibilities for practical rehabilitation]. *Fiziologiya cheloveka [Human Physiology]*. 2021; 47(2): 122–134. DOI: 10.31857/s0131164621020041 (in Russian)
 7. Geisser M.E., Ranavaya M., Haig A.J., Roth R.S., Zucker R., Ambroz C., Caruso M. A meta-analytic review of surface electromyography among persons with low back pain and normal, healthy controls. *J. Pain*. 2005; 6 (11): 711–726. DOI: 10.1016/j.jpain.2005.06.008
 8. Sitel A.B., Teterina E.B. [Methods of manual therapy (specific and non-specific techniques, indications and contraindications)]. *Manu-al'naya terapiya [Manual therapy]*. 2008; 1(29): 3–21. (in Russian)
 9. Devlikamova F.I., Khabirov F.A. [Myofascial pain syndrome: practical development of theoretical foundations]. *Rossiiskii zhurnal boli [Russian Journal of Pain]*. 2020; 18(3): 39–47. DOI: 10.17116/pain20201803139 (in Russian)
 10. Danilov A.B. [Types and pathophysiological mechanisms of pain – significance for clinical practice]. *Manage pain*. 2014; 1: 4–8.
 11. Bandpei M. M., Rahmani N., Majdoleslam B., Abdollahi I., Ali S., Ahmad A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J. Manipulative Physiol. Ther.* 2014; 37(7): 510–521. DOI: 10.1016/j.jmpt.2014.05.006
 12. Mohseni-Bandpei M.A., Watson M., Richardson B. Application of surface electromyography in the assessment of low back pain: a literature review. *Phys. Ther.* 2000; 5(2): 93–105. DOI: 10.1179/108331900786208860
 13. Qiao J., Zhang S., Zhang J., Feng D. A study on the paraspinal muscle surface electromyography in acute nonspecific lower back pain. *Medicine*. 2019; 98(34): e16904. DOI: 10.1097/MD.00000000000016904
 14. Becker S., Bergamo F., Schnake K.J., Schreyer S., Rembitzki I.V., Dis-selhorst-Klug C. The relationship between functionality and erector spinae activity in patients with specific low back pain during dynamic and static movements. *Gait Posture*. 2018; 66: 208–213. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.08.042
 15. Lima M., Ferreira A.S., Reis F.J., Paes V., Meziat-Filho N. Chronic low back pain and back muscle activity during functional tasks. *Gait Posture*. 2018; 61: 250–256. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2018.01.021
 16. Lazaridou A., Paschali M., Vilsmark E.S., Jason Sadora J., Burton D., Bashara A., Edwards R.R. Biofeedback EMG alternative therapy for chronic low back pain. *Digital Health*. 2023; 9: 1–8. DOI: 10.1177/20552076231154386

Сведения об авторах:

Корпань Михаил Владимирович – аспирант кафедры неврологии Научно-образовательного института клинической медицины имени Н.А. Семашко Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский Университет Медицины Министерства здравоохранения; <https://orcid.org/0009-0008-7070-873X>

Сорокина Наталия Дмитриевна – доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии и медицинской физики Научно-образовательного института фундаментальной медицины имени В.И. Покровского Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский Университет Медицины Министерства здравоохранения; <https://orcid.org/0000-0002-5709-1041>

Перцов Сергей Сергеевич – доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий кафедрой нормальной физиологии и медицинской физики Научно-образовательного института фундаментальной медицины имени В.И. Покровского Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский Университет Медицины Министерства здравоохранения; директор Научно-исследовательского института нормальной физиологии имени П.К. Анохина Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»; <https://orcid.org/0000-0001-5530-4990>

Селицкий Геннадий Вацлавович – доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, профессор кафедры неврологии Научно-образовательного института клинической медицины имени Н.А. Семашко Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский Университет Медицины Министерства здравоохранения; <https://orcid.org/0000-0003-0642-4739>

Савин Леонид Алексеевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии Научно-образовательного института клинической медицины имени Н.А. Семашко Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Российский Университет Медицины Министерства здравоохранения; <https://orcid.org/0000-0002-3557-8780>