

УДК 615.828:[616.743+52-334.7]
<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2024-1-78-91>

© О. П. Раенко, Д. А. Виноградова,
Ю. П. Потехина, Ю. А. Милутка, 2024

Влияние миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи

О. П. Раенко¹, Д. А. Виноградова¹, Ю. П. Потехина^{2,3,*}, Ю. А. Милутка³

¹ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова
191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, д. 41

² Приволжский исследовательский медицинский университет
603005, Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1

³ Институт остеопатии
191024, Санкт-Петербург, ул. Дегтярная, д. 1, лит. А

Введение. В исследованиях зарубежных ученых часто приводятся результаты влияния конкретных остеопатических техник на организм. Миофасциальные техники — это динамические низкоамплитудные техники, при которых ритмично растягивают миофасциальный комплекс тканей в зонах ограничения их подвижности. В одном исследовании изучали паравerteбральные мышцы с помощью поверхностной электромиографии (пЭМГ) до и после выполнения миофасциальных техник, было получено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение их электрической активности. Публикаций, посвященных исследованию влияния миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи, найдено не было.

Цель исследования — изучить влияние миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи у лиц с повышенным тонусом этих мышц.

Материалы и методы. На базе кафедры остеопатии СЗГМУ им. И. И. Мечникова было проведено проспективное исследование, в котором приняли участие 30 практически здоровых добровольцев 23–35 лет, не предъявляющих активных жалоб (медиана возраста — 25 лет). Критерии включения — пальпаторно определяемый повышенный тонус грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапециевидных мышц. Критерии невключения: наличие заболеваний и/или состояний, являющихся абсолютным противопоказанием к остеопатической коррекции, наличие травм шеи в анамнезе; прием лекарственных препаратов, влияющих на мышечный тонус, на момент исследования; нейромышечные заболевания. В начале исследования всем добровольцам проводили пальпацию верхней части трапециевидной и грудино-ключично-сосцевидной мышц с двух сторон. Степень повышения мышечного тонуса оценивали в балах: 1 — слабая; 2 — средняя; 3 — сильная; 0 — нормальный тонус. Далее им выполняли миофасциальные мобилизационные техники: продольная и односторонняя латеральная мобилизация мягких тканей шеи, отдельная мобилизация грудино-ключично-сосцевидных мышц. Перед, сразу после и через 3 дня после сеанса регистрировали тонус мышц с помощью пЭМГ, которую выполняли на комплексе беспроводного мониторинга электрофизиологических сигналов «Колибри» (ООО НМФ «Нейротех», Россия). В состоянии покоя измеряли среднюю и максимальную

*** Для корреспонденции:**

Юлия Павловна Потехина

Адрес: 603005 Нижний Новгород,
пл. Минина и Пожарского, д. 10/1, Приволжский
исследовательский медицинский университет
E-mail: newtmed@gmail.com

*** For correspondence:**

Yulia P. Potekhina

Address: Privolzhsky Research Medical University,
bld. 10/1 sq. Minin and Pozharsky,
Nizhny Novgorod, Russia 603005
E-mail: newtmed@gmail.com

Для цитирования: Раенко О. П., Виноградова Д. А., Потехина Ю. П., Милутка Ю. А. Влияние миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи. Российский остеопатический журнал. 2024; 1: 78–91. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2024-1-78-91>

For citation: Raenko O. P., Vinogradova D. A., Potekhina Yu. P., Milutka Yu. A. The effect of myofascial techniques on the electrical activity of the neck muscles. Russian Osteopathic Journal. 2024; 1: 78–91. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2024-1-78-91>

амплитуду электрической активности грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапецевидных мышц. Запись производили синхронно с правой и левой стороны тела.

Результаты. Показатели пЭМГ мышц с разным тонусом по результатам субъективной оценки статистически высокозначимо различались ($p=0,0001$). При этом по показателю $A(\text{cp})$ диаграммы размаха либо не пересекались, либо пересекались мало. Электрическая активность грудино-ключично-сосцевидных мышц после миофасциальных мобилизационных техник статистически значимо снижалась и сохранялась на одном уровне в течение 3 дней ($p=0,01$). Такую динамику наблюдали и по средней, и по максимальной амплитуде электрической активности. Амплитуда электрической активности правой грудино-ключично-сосцевидной мышцы была немного больше, чем левой (все обследуемые были правшами), но эти различия не достигали статистической значимости ($p>0,05$). После лечения отмечена тенденция к уменьшению асимметрии электрической активности между левой и правой грудино-ключично-сосцевидной мышцей, как средней, так и максимальной, но эти изменения не были статистически значимы ($p>0,05$). Электрическая активность верхней части правой трапецевидной мышцы после лечения статистически значимо снижалась и сохранялась на этом уровне в течение 3 дней ($p=0,01$). Левая трапецевидная мышца была исключена из исследования по техническим причинам.

Заключение. Проведенное исследование показало, что остеопаты (заканчивающие обучение в ординатуре по остеопатии) пальпаторно различают нормальный мышечный тонус и его повышение слабой и средней степени. Один сеанс миофасциальных мобилизационных техник приводит к снижению тонуса грудино-ключично-сосцевидных мышц и верхней части правой трапецевидной мышцы по данным пЭМГ. Такие изменения происходят сразу после сеанса и далее сохраняются по крайней мере в течение 3 дней у молодых людей с повышенным тонусом этих мышц. пЭМГ может быть использована для объективной регистрации и измерения результатов конкретных остеопатических техник. Это важно для повышения доказательности клинических исследований в остеопатии.

Ключевые слова: тонус мышц, поверхностная электромиография, миофасциальные техники

Источник финансирования. Исследование не финансировалось каким-либо источником.

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

Статья поступила: 26.06.2023

Статья принята в печать: 28.12.2023

Статья опубликована: 31.03.2024

UDC 615.828:[616.743+52-334.7]
<https://doi.org/10.32885/2220-0975-2024-1-78-91>

© Olga P. Raenko, Diana A. Vinogradova,
Yulia P. Potekhina, Yurii A. Milutka, 2024

The effect of myofascial techniques on the electrical activity of the neck muscles

Olga P. Raenko¹, Diana A. Vinogradova¹, Yulia P. Potekhina^{2,3,*}, Yurii A. Milutka³

¹ Mechnikov North-West Medical State University
bld. 41 ul. Kirochnaya, Saint-Petersburg, Russia 191015

² Privolzhsky Research Medical University
bld. 10/1 sq. Minin and Pozharsky, Nizhny Novgorod, Russia 603005

³ Institute of Osteopathy
bld. 1A ul. Degtyarnaya, Saint-Petersburg, Russia 191024

Introduction. Research by foreign scientists often present the results of studies of the effects of specific osteopathic techniques on the body. Myofascial techniques are dynamic low-amplitude techniques in which the myofascial complex of tissues is rhythmically stretched in areas where their mobility is limited. In one study

of paravertebral muscles using surface electromyography (sEMG) before and after myofascial techniques, a statistically significant ($p < 0,05$) decrease in their electrical activity was obtained. No publications devoted to the study of the effect of myofascial techniques on the electrical activity of the neck muscles were found.

The aim is to study the effect of myofascial techniques on the electrical activity of the neck muscles in individuals with increased tone of these muscles.

Materials and methods. A prospective study was conducted in the Department of Osteopathy of Mechnikov North-West State Medical University in which 30 apparently healthy volunteers who did not present active complaints, aged from 23 to 35 years, took part, with a median of 25 years. Inclusion criteria were palpation-determined increased tone of the sternocleidomastoid and upper trapezius muscles. Non-inclusion criteria were the presence of diseases and/or conditions that are an absolute contraindication to osteopathic correction, a history of neck injuries; taking medications that affect muscle tone at the time of the study; neuromuscular diseases. At the beginning of the study, all volunteers underwent palpation of the upper trapezius and sternocleidomastoid muscles on both sides. The degree of increase in muscle tone was assessed in points: 1 – weak; 2 – medium; 3 – strong; 0 – normal tone. Next, they underwent myofascial mobilization techniques: longitudinal and unilateral lateral mobilization of the soft tissues of the neck, separate mobilization of the sternocleidomastoid muscles. Before, immediately after, and three days after the session, muscle tone was recorded using surface electromyography (sEMG), which was performed on a wireless monitoring complex for electrophysiological signals «Kolibri» (OOO NMF «Neurotech», Russia). At rest, the average and maximum amplitude of electrical activity of the sternocleidomastoid and upper trapezius muscles was measured. The recording was made synchronously from the right and left sides of the body.

Results. The sEMG indices of muscles with different tone based on the results of subjective assessment were statistically highly significant ($p = 0,0001$). Moreover, according to the A(avg) indicator, the range diagrams either did not intersect or intersected only slightly. The electrical activity of the sternocleidomastoid muscles after myofascial mobilization techniques decreased statistically significantly and remained at the same level for 3 days ($p = 0,01$). Such dynamics were observed in both the average and maximum amplitude of electrical activity. The amplitude of electrical activity of the right sternocleidomastoid muscle was slightly greater than that of the left (all subjects were right-handed), but these differences did not reach statistical significance ($p > 0,05$). After treatment, there was a trend towards a decrease in the asymmetry of electrical activity between the left and right sternocleidomastoid muscles, both middle and maximum, but these changes were not statistically significant ($p > 0,05$). The electrical activity of the upper part of the right trapezius muscle decreased statistically significantly after treatment and remained at this level for 3 days ($p = 0,01$). The left trapezius muscle was excluded from the study due to technical reasons.

Conclusion. The study showed that osteopaths (who are completing residency training in osteopathy) palpably distinguish between normal muscle tone and its increase in weak and moderate degrees. One session of myofascial mobilization techniques leads to a decrease in the tone of the sternocleidomastoid muscles and the upper part of the right trapezius muscle according to sEMG. Such changes occur immediately after the session and then persist for at least three days in young people with increased tone of these muscles. Surface electromyography can be used to objectively record and measure the results of specific osteopathic techniques. This is important for increasing the evidence of clinical research in osteopathy.

Key words: muscle tone, surface electromyography, myofascial techniques

Funding. The study was not funded by any source.

Conflict of interest. The authors declare no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

The article was received 26.06.2023

The article was accepted for publication 28.12.2023

The article was published 31.03.2024

Введение

Остеопатическая диагностика и лечение базируются на системном подходе. Используемые техники подбирают индивидуально, и выбор обусловлен результатами остеопатической диагностики на каждом сеансе остеопатической коррекции [1]. Поэтому большинство клинических исследований в остеопатии, особенно в России, описывают результаты остеопатической коррекции при различных заболеваниях [2] зачастую вообще без описания применяемых техник. Такой подход к организации клинических исследований вызывает вопросы у врачей других специальностей, привыкших к стандартизации лечения.

В зарубежных исследованиях гораздо чаще проводят оценку влияния конкретных остеопатических техник на организм, например висцеральных [3] или краниальных [4]. Относительно много публикаций, описывающих результаты применения различных структуральных техник. Например, показано, что высокоскоростные низкоамплитудные техники (HVLA — high velocity low amplitude) на разных отделах позвоночника вызывают снижение внутрисуставного давления, расслабление мышц и уменьшение миофасциальной боли [5]. В нескольких исследованиях использовали электронейромиографию, и было показано временное снижение активности мотонейронов, которое оценивали с помощью теста рефлекса Хоффмана (H-рефлекс) [6, 7]. Также HVLA могут влиять на вегетативные показатели, такие как артериальное давление и вариабельность сердечного ритма. При этом отмечена тенденция к большей активации парасимпатической системы при воздействии на шейный и поясничный отделы, и симпатической системы — при воздействии на грудной отдел [8]. Применение техники сбалансированного лигаментозного натяжения (BLT) на L_v при люмбагии привело к уменьшению локальной боли на 133% по данным алгометрии и увеличению амплитуды движения на 62,6% в поясничном отделе позвоночника [9].

Миофасциальные техники — это динамические низкоамплитудные техники, при которых ритмично растягивают миофасциальный комплекс тканей в зонах ограничения их подвижности. Они улучшают скольжение между слоями мягких тканей, нормализуют мышечный тонус, снижают интенсивность болевого синдрома, а также улучшают функциональное состояние пациента [10]. Это циклические техники, которые выполняют в зонах патологического ограничения подвижности мягких тканей, суставов и их комплексов. Ритм выполнения каждого приема во время сеанса согласуется с физиологическими ритмами пациента [11].

Проведены исследования электрической активности паравертебральных мышц с помощью поверхностной электромиографии (пЭМГ) до и после выполнения миофасциальных техник. Получено статистически значимое ($p < 0,05$) снижение электрической активности мышц, выпрямляющих позвоночник, и многораздельных мышц после однократно проведенного сеанса миофасциальной терапии. Повторные измерения, проведенные через 1 мес после лечения, подтвердили сохранение терапевтического эффекта [12, 13]. Сравнение результатов терапии миофасциального высвобождения в сравнении со стандартной программой физиотерапии у пациентов с болью в шее показало, что использование миофасциальных техник эффективнее уменьшает боль в шее по числовой шкале оценки боли (NPRS) и величине болевых порогов при надавливании [14]. Публикаций, посвященных исследованию влияния миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи, найдено не было.

Цель исследования — изучить влияние миофасциальных техник на электрическую активность мышц шеи у лиц с повышенным тонусом этих мышц.

Задачи: сопоставить результаты субъективной оценки мышечного тонуса мышц шеи и объективных показателей их электрической активности; проследить динамику электрической активности грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапециевидных мышц по данным пЭМГ сразу после выполнения миофасциальных техник и через 3 дня.

Материалы и методы

Тип исследования: проспективное.

Место проведения и продолжительность исследования. Исследование было проведено с декабря по март 2023 г. на базе кафедры остеопатии СЗГМУ им. И. И. Мечникова.

Характеристика участников. В исследовании приняли участие 30 человек 23–35 лет (медиана возраста — 25 лет), из них 18 женщин и 12 мужчин. Это были практически здоровые люди, которые не предъявляли активных жалоб на момент исследования. Однако по результатам пальпации у всех был выявлен повышенный тонус грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапециевидных мышц.

Критерии включения: возраст 20–35 лет; пальпаторно выявляемый повышенный тонус грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапециевидных мышц; потенциальное согласие на остеопатическое лечение; отсутствие противопоказаний к остеопатической коррекции.

Критерии невключения: заболевания, являющиеся абсолютным противопоказанием к остеопатической коррекции; наличие травм шеи в анамнезе; прием лекарственных препаратов, влияющих на мышечный тонус, на момент исследования; нейромышечные заболевания.

Описание медицинского вмешательства. Обследуемый располагался на кушетке в положении лежа на спине. Голова находилась в нейтральном положении. Проводили пальпацию мышц шеи, а именно верхней части трапециевидной и грудино-ключично-сосцевидной мышц с двух сторон для подтверждения повышенного мышечного тонуса. Степень повышения мышечного тонуса оценивали в баллах: 1 — слабая; 2 — средняя; 3 — сильная; 0 — нормальный тонус.

В этом же положении пациенту в проекции исследуемых мышц накладывали датчики пЭМГ и регистрировали электрическую активность мышц с помощью комплекса беспроводного мониторинга электрофизиологических сигналов «Колибри» (ООО НМФ «Нейротех», Россия, ТУ 9442-007-12152519-2015), *рис. 1*. Методом пЭМГ регистрируется суммарная (интерференционная) активность всех потенциалов действия мышцы при поверхностном расположении регистрирующих электродов [15]. Запись производили синхронно с правой и левой стороны тела. В комплекс «Колибри» входит четыре беспроводных электрода. Регистрировали среднюю A(ср) и максимальную A(макс) амплитуду ЭМГ-сигнала (мкВ) в состоянии покоя.



Рис. 1. Расположение электродов при поверхностной электромиографии на теле обследуемого

Fig. 1. Placement of electrodes during surface electromyography on the subject's body

Далее проводили миофасциальные мобилизационные техники: продольная и односторонняя латеральная мобилизация мягких тканей шеи, отдельная мобилизация грудино-ключично-сосцевидных мышц (рис. 2). Время выполнения каждой техники составляло 60 с. Сразу после выполнения техник повторно накладывали датчики пЭМГ на исследуемые зоны и регистрировали электрическую активность мышц. Через 3 дня обследуемых приглашали на повторное обследование и также регистрировали электрическую активность исследуемых мышц.



Рис. 2. Выполнение миофасциальных мобилизационных техник

Fig. 2. Performing myofascial mobilization techniques

Статистическая обработка. Собранные в рамках проведенного исследования данные сохраняли с помощью программы Microsoft Excel и обрабатывали с помощью программы Statistica 10.0. Так как по всем показателям распределение отличалось от нормального, использовали методы непараметрической статистики. Для сравнения трех связанных групп использовали ранговый дисперсионный анализ, для трех несвязанных — критерий Краскела–Уоллиса, двух несвязанных групп — критерий Манна–Уитни. Уровень статистической значимости принят при $p < 0,05$.

Этическая экспертиза. Исследование проведено в соответствии с Хельсинской декларацией (принята в июне 1964 г., пересмотрена в октябре 2013 г.) и одобрено этическим комитетом Института остеопатии (Санкт-Петербург). От каждого участника исследования получено необходимое информированное согласие.

Результаты и обсуждение

При первичном обследовании мышечный тонус грудино-ключично-сосцевидных и верхней части трапециевидных мышц субъективно был оценен чаще всего на 1 или 2 балла. Показатели пЭМГ мышц с разным тонусом представлены на рис. 3 и 4.

Из данных рис. 3 и 4 видно, что показатели пЭМГ мышц с разным тонусом по результатам субъективной оценки статистически высокозначимо различаются ($p = 0,0001$). При этом по показателю

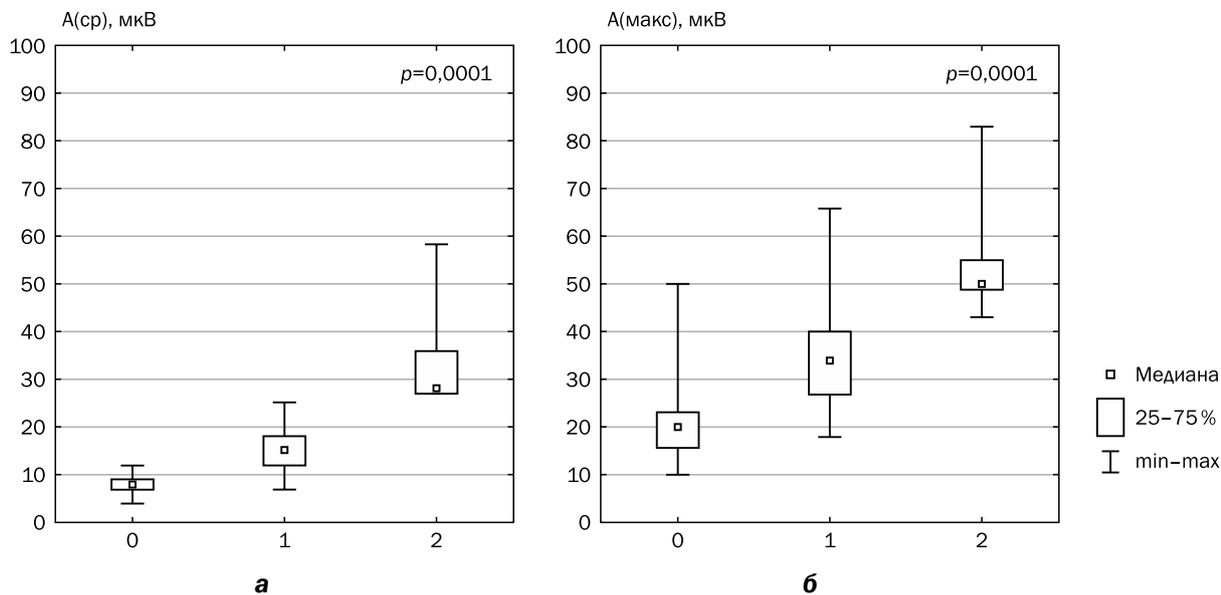


Рис. 3. Показатели электрической активности грудино-ключично-сосцевидных мышц при разном мышечном тоне (0, 1 и 2 балла): а – A(ср), мкВ; б – A(макс), мкВ

Fig. 3. Indicators of electrical activity of the sternocleidomastoid muscles at different muscle tone (0, 1 and 2 points): а – A(avg), μV ; б – A(max), μV

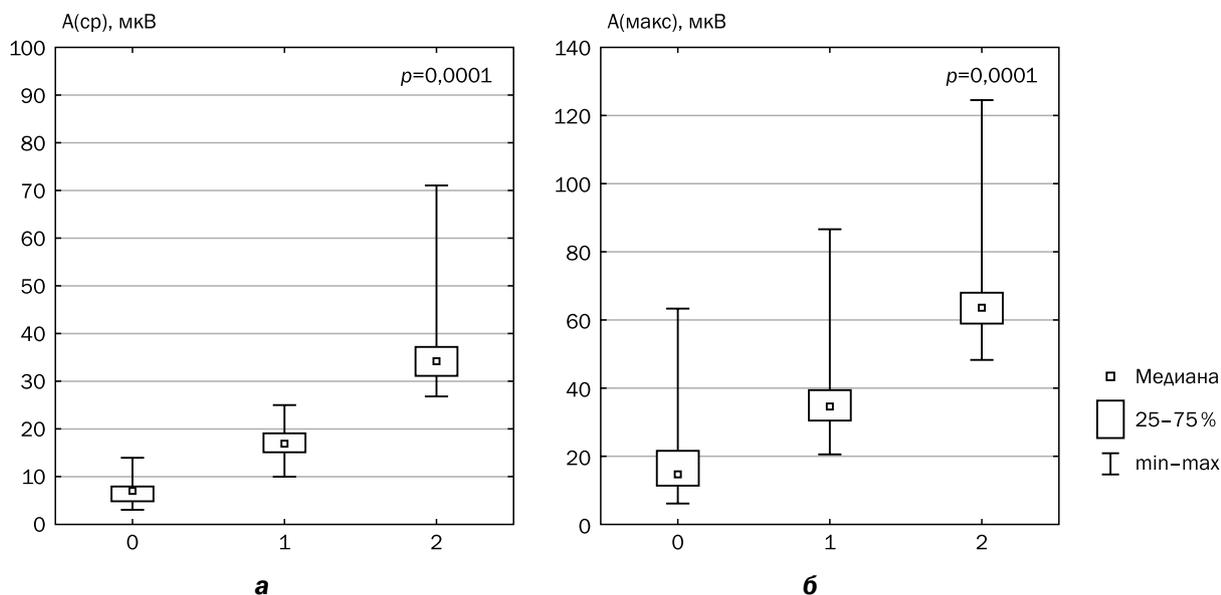


Рис. 4. Показатели электрической активности верхней части трапециевидных мышц при разном мышечном тоне (0, 1 и 2 балла): а – A(ср), мкВ; б – A(макс), мкВ

Fig. 4. Indicators of electrical activity of the upper part of the trapezius muscles at different muscle tone (0, 1 and 2 points): а – A(avg), μV ; б – A(max), μV

A(ср) диаграммы размаха либо не пересекаются, либо пересекаются мало. Таким образом, с помощью пЭМГ показано, что остеопаты достаточно точно определяют разную степень повышения мышечного тонуса.

Электрическая активность грудино-ключично-сосцевидных мышц после миофасциальных мобилизационных техник статистически значимо снижалась и сохранялась на одном уровне в течение 3 дней (рис. 5, 6). Такую динамику наблюдали и по средней, и по максимальной амплитуде электрической активности.

Амплитуда электрической активности правой грудино-ключично-сосцевидной мышцы была немного больше, чем левой (все обследуемые были правшами), но эти различия не достигали статистической значимости ($p>0,05$). У обследованных наблюдали различные варианты сочетания нормотоничных и гипертоничных мышц (обе гипертоничные, справа гипертоничная — слева нормотоничная, слева гипертоничная — справа нормотоничная), поэтому описательная статистика показала большой разброс значений их электрической активности. Однако снижение тонуса после миофасциальных мобилизационных техник происходило именно в мышцах с исходно более высоким тонусом. На всех диаграммах размаха (см. рис. 5, 6) обращает на себя внимание значительное снижение именно максимума показателей A(ср) и A(макс). Минимум показателя A(макс) справа до воздействия был 20 мкВ, после воздействия — 11 мкВ. Слева минимум показателя A(макс) исходно равнялся 7 мкВ, после миофасциальных мобилизационных техник стал 8 мкВ, а через 3 дня — 10 мкВ, то есть после остеопатической коррекции минимум показателей электрической активности правых и левых грудино-ключично-сосцевидных мышц практически выравнивался. Дальнейшего уменьшения не наблюдали, то есть можно утверждать, что тонус мышц нормализовался, а у нормотоничных мышц снижения мышечного тонуса не происходило.

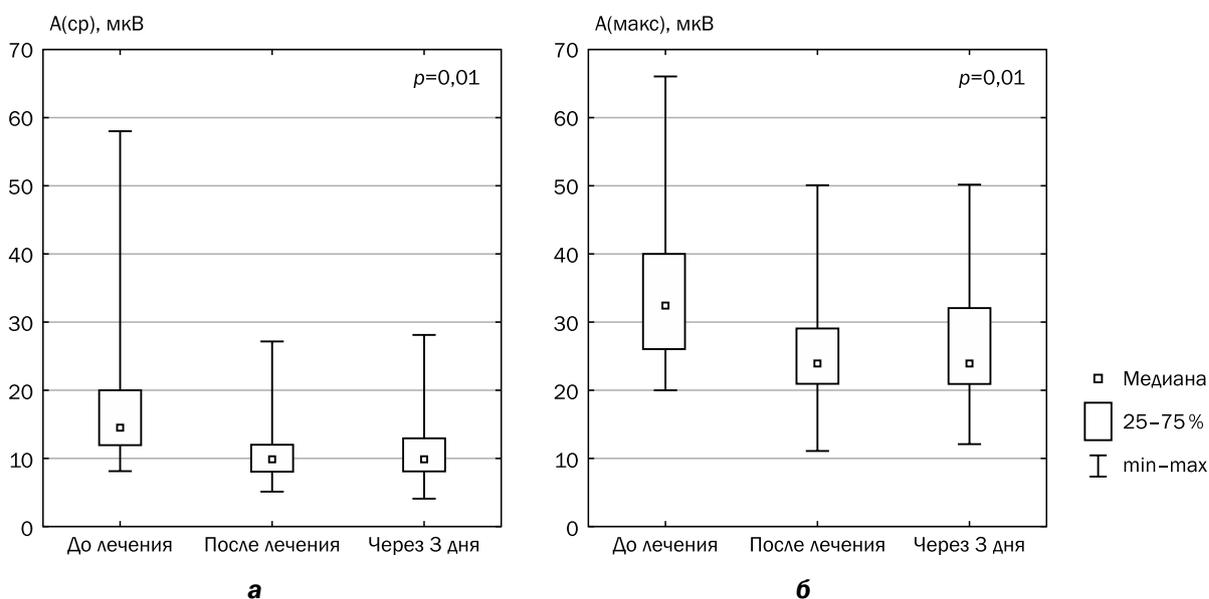


Рис. 5. Динамика электрической активности правой грудино-ключично-сосцевидной мышцы:
а — A(ср), мкВ; б — A(макс), мкВ

Fig. 5. Dynamics of electrical activity of the right sternocleidomastoid muscle:
а — A(avg), μV ; б — A(max), μV

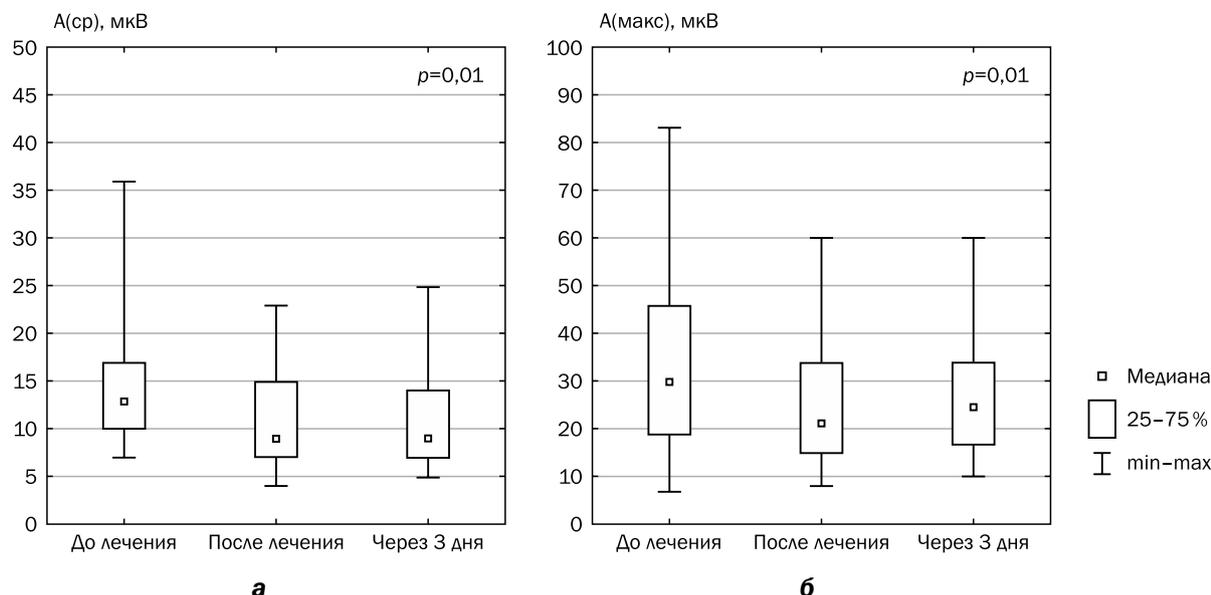


Рис. 6. Динамика электрической активности левой грудино-ключично-сосцевидной мышцы:
а – $A(ср)$, мкВ; б – $A(макс)$, мкВ

Fig. 6. Dynamics of electrical activity of the left sternocleidomastoid muscle:
а – $A(avg)$, μV ; б – $A(max)$, μV

Далее вычисляли асимметрию — модуль разницы амплитуды электрической активности грудино-ключично-сосцевидных мышц с левой и правой сторон — и сравнивали эту асимметрию в динамике. После лечения была отмечена тенденция к уменьшению разницы электрической активности между левой и правой грудино-ключично-сосцевидной мышцей, как средней, так и максимальной, но эти изменения не были статистически значимы ($p > 0,05$), рис. 7.

Электрическая активность верхней части правой трапециевидной мышцы после лечения статистически значимо снижалась и сохранялась на этом уровне в течение 3 дней (рис. 8). Левая трапециевидная мышца была исключена из исследования по техническим причинам.

Детальный анализ динамики электрической активности верхней части правой трапециевидной мышцы показал тенденцию, аналогичную грудино-ключично-сосцевидной мышце: максимум после остеопатической коррекции сильно снижался, а минимум практически не менялся. Таким образом, после миофасциальных мобилизационных техник снижается тонус у гипертоничных мышц, а у нормотоничных тонус не меняется.

Обсуждение. Мышечный тонус — это произвольное (рефлекторное) напряжение мышц, которое обеспечивает поддержание позы, готовность к двигательному акту, термогенез. Повышенный мышечный тонус может быть у здоровых людей, занимающихся физическими упражнениями [16] или ручным трудом, особенно в вынужденной позе, или при стереотипных движениях, а также во время психоэмоционального напряжения [17]. Мышечный гипертонус является одним из частых проявлений перенапряжения опорно-двигательного аппарата, влекущих за собой снижение общей и специфической физической работоспособности, формирование миофасциального болевого синдрома [18]. Участниками исследования были ординаторы кафедры остеопатии, которые испытывали как физические, так и психоэмоциональные нагрузки. Есть данные о том, что у многих ординаторов наблюдается синдром эмоционального

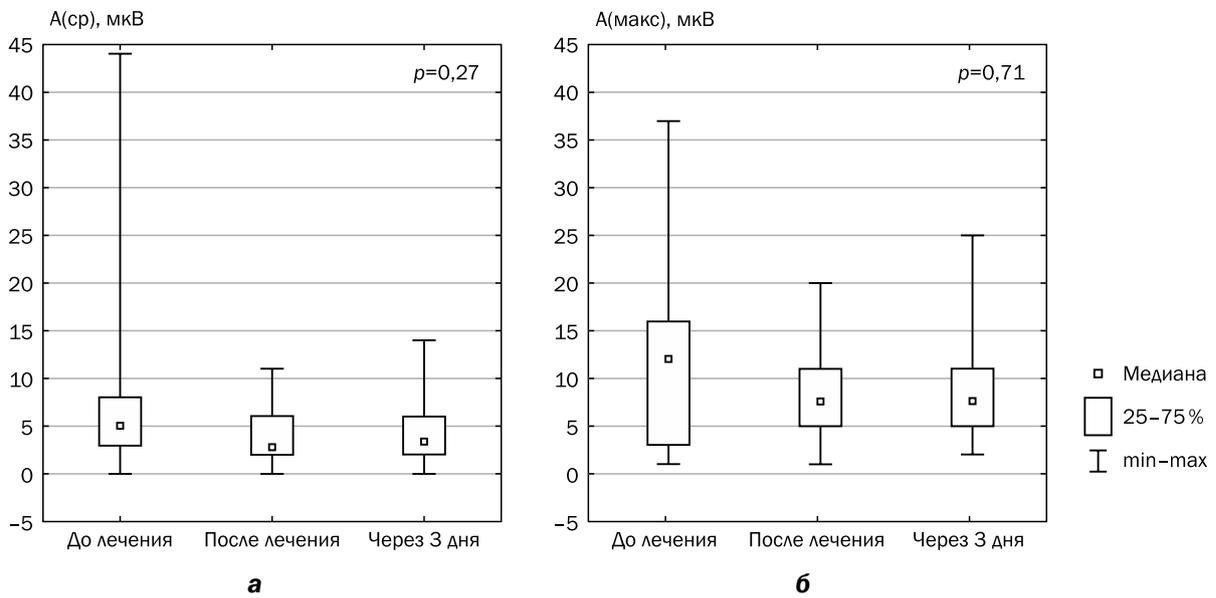


Рис. 7. Динамика асимметрии электрической активности грудино-ключично-сосцевидных мышц:
а – $A(ср)$, мкВ; б – $A(макс)$, мкВ

Fig. 7. Dynamics of asymmetry of electrical activity of the sternocleidomastoid muscles:
а – $A(ср)$, μV ; б – $A(макс)$, μV

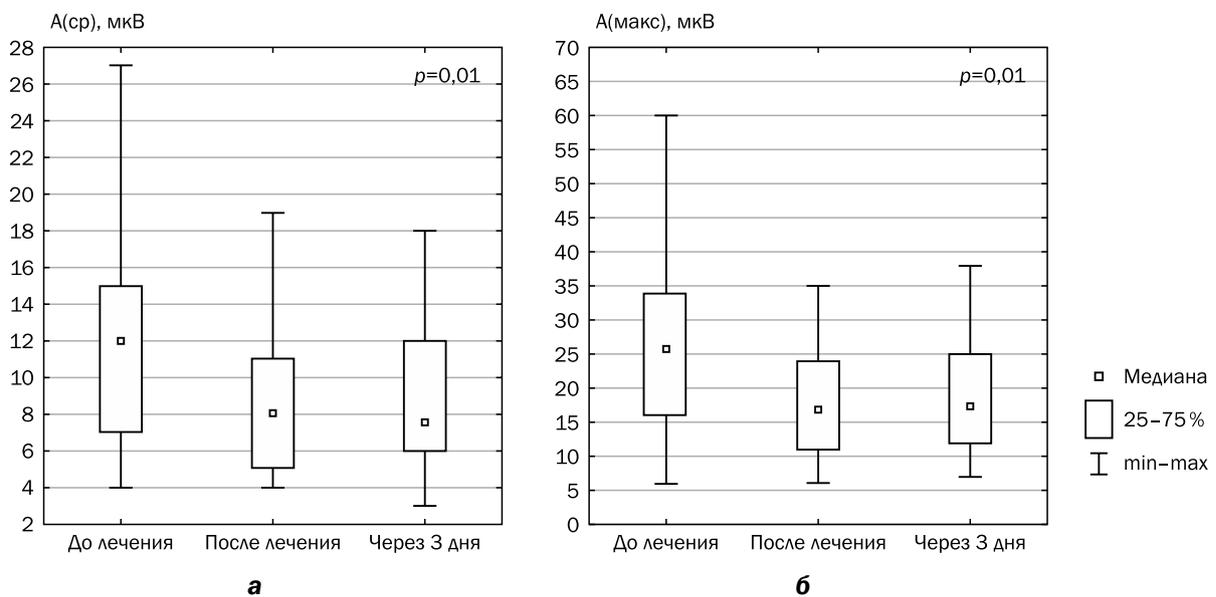


Рис. 8. Динамика электрической активности верхней части правой трапециевидной мышцы:
а – $A(ср)$, мкВ; б – $A(макс)$, мкВ

Fig. 8. Dynamics of electrical activity of the upper part of the right trapezius muscle:
а – $A(ср)$, μV ; б – $A(макс)$, μV

выгорания: у 60 % выявлена сформировавшаяся стадия резистенции, у 10 % — сформировавшаяся стадия истощения и у 30 % — все фазы эмоционального выгорания находятся в стадии формирования [19].

Поверхностная ЭМГ является одним из объективных методов исследования тонуса мышц и широко применяется в клинической практике [20–22]. Уменьшение электрической активности мышц свидетельствует о снижении мышечного тонуса.

В результате исследования было установлено, что однократное применение миофасциальных мобилизационных техник приводит к снижению тонуса грудино-ключично-сосцевидных мышц и верхней части правой трапецевидной мышцы по данным пЭМГ. Такие изменения происходят сразу после сеанса и далее сохраняются по крайней мере в течение 3 дней, то есть наблюдается сохранение эффекта применяемых техник. Полученные результаты совпадают с данными других исследований, в которых регистрировали снижение показателей мышечного тонуса, а также уменьшение дисбаланса между симметричными мышцами при выполнении других остеопатических техник (трасты, контрстрейн) [23–25].

Можно предположить, что ритмичное воздействие на мышцы и фасции улучшает микроциркуляцию в мышцах и перфузию тканей кровью, вследствие чего стимулируется выведение с лимфой и венозной кровью метаболитов, накапливающихся в мышцах, которые долго находятся в состоянии повышенного тонуса. Возможно, за счет восстановления гармоничного взаимного натяжения мышечных и фасциальных футляров, а также мягкой стимуляции широкого рецептивного поля механорецепторов мышечных волокон и фасций снижается импульсация от проприорецепторов мышечных веретен и рефлекторно снижается мышечный тонус. Снижение изначально повышенного мышечного тонуса приводит к его нормализации, что дает возможность мышечной ткани оптимально сокращаться и расслабляться и при этом получать достаточное кровоснабжение.

Неблагоприятные исходы. В процессе исследования ни один участник не отметил ухудшения самочувствия и неблагоприятных эффектов.

Ограничения. Исследование проведено на выборке участников, имеющих слабую или среднюю степень повышения мышечного тонуса грудино-ключично-сосцевидных мышц и верхней части правой трапецевидной мышцы. Лиц с выраженным повышением тонуса этих мышц не было. С этим может быть связано отсутствие статистически значимой динамики по асимметрии электрической активности грудино-ключично-сосцевидных мышц.

Выводы

Проведенное исследование показало, что остеопаты (заканчивающие обучение в ординатуре по остеопатии) пальпаторно различают мышцы, имеющие разную амплитуду электрической активности по данным поверхностной электромиографии. Показатели поверхностной электромиографии мышц с разным тонусом по результатам субъективной оценки (нормальная, слабая и средняя степень повышения) статистически высокозначимо различаются ($p=0,0001$).

Однократное применение миофасциальных мобилизационных техник приводит к снижению тонуса грудино-ключично-сосцевидных мышц и верхней части правой трапецевидной мышцы по данным поверхностной электромиографии. Такие изменения происходят сразу после сеанса и далее сохраняются по крайней мере в течение 3 дней у молодых людей с повышенным тонусом этих мышц.

Поверхностная электромиография может быть использована для объективной регистрации и измерения результатов конкретных остеопатических техник. Также этот метод можно использовать для верификации результатов пальпаторной диагностики. Это важно для повышения достоверности клинических исследований в остеопатии, для облегчения взаимодействия с врачами других специальностей и пациентами.

Вклад авторов:

О. П. Раенко — обзор публикаций по теме статьи, сбор фактического материала, подготовка данных для статистической обработки, участие в статистической обработке, написание статьи
Д. А. Виноградова — обзор публикаций по теме статьи, сбор фактического материала, подготовка данных для статистической обработки, участие в статистической обработке, написание статьи

Ю. П. Потехина — научное руководство исследованием, разработка дизайна исследования, участие в статистическом анализе собранных данных, написание статьи

Ю. А. Милутка — руководство исследованием, разработка дизайна исследования, редактирование статьи

Авторы одобрили финальную версию статьи для публикации, согласны нести ответственность за все аспекты работы и обеспечить гарантию, что все вопросы относительно точности и достоверности любого фрагмента работы надлежащим образом исследованы и решены.

Authors' contributions:

Olga P. Raenko — review of publications on the topic of the article, collection of factual material, preparation of data for statistical processing, participation in the statistical processing, writing the text of the article

D. A. Vinogradova — review of publications on the topic of the article, collection of factual material, preparation of data for statistical processing, participation in the statistical processing, writing the text of the article

Yulia P. Potekhina — scientific supervision of the study, development of the study design, participation in the statistical analysis of the collected data, writing the text of the article

Yurii A. Milutka — supervision of the study, development of the study design, editing the text of the article

The authors have approved the final version of the article for publication, agree to be responsible for all aspects of the work and ensure that all questions regarding the accuracy and reliability of any fragment of the work are properly investigated and resolved.

Литература/References

1. Мохов Д. Е., Потехина Ю. П., Трегунова Е. С., Гуричев А. А. Остеопатия — новое направление медицины (современная концепция остеопатии). Рос. остеопат. журн. 2022; 2: 8–26. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-8-26> [Mokhov D. E., Potekhina Yu. P., Tregubova E. S., Gurichev A. A. Osteopathy — a new direction of medicine (modern concept of Osteopathy). Russ. Osteopath. J. 2022; 2: 8–26. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-2-8-26> (in russ.)].
2. Потехина Ю. П., Трегунова Е. С., Мохов Д. Е. Эффекты остеопатической коррекции и возможности их исследования. Рос. остеопат. журн. 2022; 4: 8–29. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-4-8-29> [Potekhina Yu. P., Tregubova E. S., Mokhov D. E. Effects of osteopathic correction and the possibility of their study. Russ. Osteopath. J. 2022; 4: 8–29. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-4-8-29> (in russ.)].
3. Guillaud A., Darbois N., Monvoisin R., Pinsault N. Reliability of diagnosis and clinical efficacy of visceral osteopathy: a systematic review. BMC Complement Altern. Med. 2018 Feb 17; 18 (1): 65. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2098-8>
4. Guillaud A., Darbois N., Monvoisin R., Pinsault N. Reliability of Diagnosis and Clinical Efficacy of Cranial Osteopathy: A Systematic Review. PLoS One. 2016 Dec 9; 11 (12): e0167823. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167823>
5. Maigne J-Y., Vautravers P. Mecanismo de acción del tratamiento manipulativo vertebral. Osteopat Científic. 2011; 6 (2): 61–66.
6. Groisman S., Silva L., Rocha N., Hoff F., Rodrigues M. E., Ehlers J. A., Diniz L. R. H-reflex responses to High-Velocity Low-Amplitude manipulation in asymptomatic adults. Int. J. Osteopath. Med. 2014; 17 (3): 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.ijosm.2014.04.001>
7. Evans D. W. Mechanisms and effects of spinal high-velocity, low-amplitude thrust manipulation: previous theories. J. Manipulat. Physiol. Ther. 2002; 25 (4): 251–262. <https://doi.org/10.1067/MMT.2002.123166>
8. Себастьян-Раузел Д. М., Мартинес-Гарсия А. Б., Хауме-Линас А. С., Эскобио-Прието И. Влияние вертебральных манипуляций на вегетативную нервную систему. Рос. остеопат. журн. 2021; 3: 106–120. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2021-3-106-120>

- [Sebastian Rausell J.M., Martinez Garcia A.B., Jaume Llinas A.S., Escobio Prieto I. Influence of vertebral manipulations on the autonomic nervous system. *Russ. Osteopath. J.* 2021; 3: 106–120. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2021-3-106-120> (in russ.)].
9. Шеноне Л. Э. Влияние остеопатической техники сбалансированного лигаментозного натяжения (BLT) на L_v при люмбагии. *Рос. остеопат. журн.* 2022; 3: 157–166. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-3-157-166>
[Schenone L. E. Effects of Balanced Ligamentous Osteopathic Technique over LV in low back pain. *Russ. Osteopath. J.* 2022; 3: 157–166. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2022-3-157-166> (in russ.)].
 10. Luchau T. *Advanced Myofascial Techniques: Vol. 2: Neck, Head, Spine and Ribs (1st ed.)*. Handspring Publishing Limited; 2017; 240 p.
 11. Могельницкий А. С., Мирошниченко Д. Б., Мизонова И. Б. Миофасциальные мобилизационные техники: Учеб. пособие. СПб.: Невский ракурс; 2021; 60 с.
[Mogelnitsky A.S., Miroshnichenko D.B., Mizonova I.B. *Myofascial mobilization techniques: Tutorial*. St. Petersburg: Nevskiy rakurs; 2021; 60 p. (in russ.)].
 12. Ożóg P., Weber-Rajek M., Radzimińska A., Goch A. Analysis of Muscle Activity Following the Application of Myofascial Release Techniques for Low-Back Pain – A Randomized-Controlled Trial. *J. clin. Med.* 2021 Sep; 10 (18): 4039. <https://doi.org/10.3390/jcm10184039>
 13. Arguisuelas M. D., Lisón J. F., Doménech-Fernández J., Martínez-Hurtado I., Coloma P. S., Sánchez-Zuriaga D. Effects of myofascial release in erector spinae myoelectric activity and lumbar spine kinematics in non-specific chronic low back pain: Randomized controlled trial. *Clin. Biomech.* 2019 Mar; 63: 27–33. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2019.02.009>
 14. Rodríguez-Huguet M., Rodríguez-Almagro D., Rodríguez-Huguet P., Martín-Valero R., Lomas-Vega R. Treatment of Neck Pain with Myofascial Therapies: A Single Blind Randomized Controlled Trial. *J. Manipulat. Physiol. Ther.* 2020 Feb; 43 (2): 160–170. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2019.12.001>
 15. Команцев В. Н. Методические основы клинической электронейромиографии: Рук. для врачей. СПб.: 2006; 362 с.
[Komantsev V.N. *Methodological foundations of clinical electroneuromyography: A guide for doctors*. St. Petersburg: 2006; 362 p. (in russ.)].
 16. Потехина Ю. П., Тиманин Е. М., Кантинов А. Е. Вязкоупругие характеристики тканей и их изменения после остеопатической коррекции. *Рос. остеопат. журн.* 2018; 1–2: 38–45. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2018-1-2-38-45>
[Potekhina Yu.P., Timanin E.M., Kantinov A.E. Viscoelastic properties of tissues and changes in them after osteopathic correction. *Russ. Osteopath. J.* 2018; 1–2: 38–45. <https://doi.org/10.32885/2220-0975-2018-1-2-38-45> (in russ.)].
 17. Кузнецов В. И., Божко А. П., Солодков А. П., Городецкая И. В., Шебеко В. И. *Нормальная физиология: курс лекций (4-е изд.)*. Витебск: ВГМУ; 2017; 611 с.
[Kuznetsov V.I., Bozhko A.P., Solodkov A.P., Gorodetskaya I.V., Shebeko V.I. *Normal physiology: course of lectures (4th ed.)*. Vitebsk: VSMU; 2017; 611 p. (in russ.)].
 18. Шифта П., Равник Д., Юдл Я., Дастых П., Биттнер В., Фантова В. Сравнение эффективности двух выбранных методов для снижения тонуса мышц: пилотное исследование. *Рос. журн. биомех.* 2013; 3 (61): 82–89.
[Shifta P., Ravnik D., Yudl J., Dastykh P., Bittner V., Fantova V. The effectivity of two selected rehabilitation methods for decreasing muscle tone: a pilot study. *Russ. J. Biomech.* 2013; 3 (61): 82–89 (in russ.)].
 19. Кашапов М. М., Савельева Л. А. Синдром эмоционального выгорания у ординаторов первого года обучения. Коллекция гуманитарных исследований: Электрон. науч. журн. 2017; 6 (9): 104–115.
[Kashapov M.M., Savelyeva L.A. Research of emotional burnout syndrome in medical residents of the first year of post-graduate study. *The Collection of Humanitarian Researches: Electron. Sci. J.* 2017; 6 (9): 104–115 (in russ.)].
 20. Привалова И. Л., Бобровский Е. А., Булычев М. А., Пушкина В. В., Глотов А. О., Кузьменко М. О., Тагланов А. А. Перспективы использования метода поверхностной электромиографии в физиологии спорта // В сб.: *Избранные статьи по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»*. М.; 2019: 108–110.
[Privalova I.L., Bobrovsky E.A., Bulychev M.A., Pushkina V.V., Glotov A.O., Kuzmenko M.O., Taglanov A.A. Prospects for using the surface electromyography method in physiology of sports // In: *Collection of selected articles based on materials from scientific conferences of the State Research Institute «National Development»*. М.; 2019: 108–110 (in russ.)].
 21. Рукина Н. Н., Кузнецов А. Н., Борзиков В. В., Комкова О. В., Белова А. Н. Метод поверхностной электромиографии: роль и возможности при разработке экзоскелета (обзор). *Соврем. технол. в мед.* 2016; 8 (2): 109–118.
[Rukina N.N., Kuznetsov A.N., Borzikov V.V., Komkova O.V., Belova A.N. Surface electromyography method: role and possibilities in the development of an exoskeleton (review). *Modern Technol. Med.* 2016; 8 (2): 109–118 (in russ.)].
 22. Романов А. С., Гелетин П. Н., Антюхова А. Д., Климовцов В. М. Электромиографическое исследование как один из методов дифференциальной диагностики заболеваний височно-нижнечелюстного сустава. *Смоленский мед. альманах.* 2015; (1): 39–41.
[Romanov A.S., Geletin P.N., Antyukhova A.D., Klimovtsov V.M. Electromyographic study as one of the methods for differential diagnosis of diseases of the temporomandibular joint. *Smolensk med. Almanac.* 2015; 1: 39–41 (in russ.)].
 23. Shambaugh P. Changes in electrical activity in muscles resulting from a chiropractic adjustment: a pilot study. *J. Manipulat. Physiol. Ther.* 1987; 10 (6): 300–304.

24. Lehman G.J., McGill S.M. Spinal manipulation causes variable spine kinematic and trunk muscle electromyographic responses. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)*. 2001; 16 (4): 293–299. [https://doi.org/10.1016/s0268-0033\(00\)00085-1](https://doi.org/10.1016/s0268-0033(00)00085-1)
25. Fryer G., Bird M., Robbins B., Johnson J.C. Acute electromyographic responses of deep thoracic paraspinal muscles to spinal manual therapy interventions. An experimental, randomized cross-over study. *J. Bodyw Mov. Ther.* 2017; 21 (3): 495–502. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.04.011>

Сведения об авторах:

Ольга Павловна Раенко, ординатор,
Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И. И. Мечникова

Диана Александровна Виноградова, ординатор,
Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И. И. Мечникова

Юлия Павловна Потехина, профессор,
докт. мед. наук, Приволжский исследовательский
медицинский университет, профессор кафедры
нормальной физиологии им. Н. Ю. Беленкова;
Институт остеопатии (Санкт-Петербург), заместитель
директора по научно-методической работе
eLibrary SPIN: 8160-4052
ORCID ID: 0000-0001-8674-5633
Scopus Author ID: 55318321700

Юрий Александрович Милутка, преподаватель,
Институт остеопатии (Санкт-Петербург)
ORCID ID: 0000-0002-2258-4778
eLibrary SPIN: 3017-3120

Information about authors:

Olga P. Raenko, resident,
Mechnikov North-West Medical State University

Diana A. Vinogradova, resident,
Mechnikov North-West Medical State University

Yulia P. Potekhina, Professor, Dr. Sci. (Med.),
Privolzhsky Research Medical University,
Professor at the N.Yu. Belenkov Department
of Normal Physiology; Institute of Osteopathy
(Saint-Petersburg), Deputy Director
for Scientific and Methodological Work
eLibrary SPIN: 8160-4052
ORCID ID: 0000-0001-8674-5633
Scopus Author ID: 55318321700

Yurii A. Milutka, lecturer,
Institute of Osteopathy (Saint-Petersburg)
ORCID ID: 0000-0002-2258-4778
eLibrary SPIN: 3017-3120