

ЭФФЕКТ ВИБРОПЕРКУССИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЕЧНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СТУДЕНТОВ-СПОРТСМЕНОВ

Б.А. Поляев, polyaev.boris@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-9648-2336>

А.А. Шишкин, doc.shishkin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4430-2671>

В.С. Дронова, varyadro@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0008-2832-4070>

Д.А. Ратников, ratnikov.danila@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0009-4200-3668>

Н.А. Дёмин[✉], deminnic1@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5260-2121>

Российский национальный исследовательский медицинский университет
имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Аннотация. Цель: оценить возможности применения виброперкуSSIONного воздействия в качестве средства мышечного восстановления в условиях краткосрочной физической нагрузки. **Материалы и методы.** В исследовании участвовало 40 (100 %) студентов 2–6-го курсов лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, имеющих спортивный разряд по хоккею. Основную группу составили 20 (50,0 %) участников, которым проводили виброперкуSSIONный массаж мышц голени в ответ на краткосрочную изометрическую нагрузку, для второй, сравнительной группы, состоящей из 20 (50,0 %) участников, в качестве метода мышечного восстановления применяли пассивный физический отдых. Эффективность методов мышечного восстановления оценивали с помощью показателей максимального произвольного сокращения (MVC), а также параметров диапазона движений в конечности (ROM). **Результаты.** Получен 14,8%-ный эффект на долю MVC при использовании виброперкуSSION в качестве метода мышечного восстановления в сравнении с пассивным отдыхом ($p < 0,001$). Выявлено существенное увеличение субъективного ощущения отсроченного болевого синдрома DOMS на 18,7 % при использовании виброперкуSSION ($p < 0,001$). Значения ROM не имели статистически значимых различий между экспериментальной и сравнительной группой ($p = 0,695$). **Заключение.** Локальный виброперкуSSIONный массаж является относительно новым и потенциально эффективным механизмом повышения работоспособности спортсменов во время тренировочного процесса и соревнований. Полученные в ходе пилотного исследования данные имеют ряд противоречий относительно ранее опубликованных научных работ и демонстрируют потенциальную возможность включения данной методики в программу постнагрузочного восстановления спортсменов при условии стандартизации протокола использования.

Ключевые слова: виброперкуSSION, мышечное восстановление, мышечная выносливость

Для цитирования: Эффект виброперкуSSIONного воздействия на показатели мышечной выносливости у студентов-спортсменов / Б.А. Поляев, А.А. Шишкин, В.С. Дронова и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 25, № 1. С. 28–35. DOI: 10.14529/hsm250104

Original article

DOI: 10.14529/hsm250104

THE EFFECT OF PERCUSSION ON MUSCLE ENDURANCE AMONG STUDENT ATHLETES

B.A. Polyayev, polyayev.boris@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-9648-2336>**A.A. Shishkin**, doc.shishkin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-4430-2671>**V.S. Dronova**, varyadro@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0008-2832-4070>**D.A. Ratnikov**, ratnikov.danila@yandex.ru, <http://orcid.org/0009-0009-4200-3668>**N.A. Demin**[✉], deminnic1@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5260-2121>*Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia*

Abstract. Aim: this study aimed to evaluate the efficacy of percussion for muscle recovery following short-term physical training. **Materials and methods.** A pilot clinical study was conducted involving 40 (100%) 2nd to 6th-year medical students of the Pirogov Russian National Research Medical University with ice hockey skills. Participants were divided into two groups: an experimental group (n = 20, 50.0%) received percussion massage to calf muscles following short-term isometric exercise, and a control group (n = 20, 50.0%) received passive recovery. Muscle recovery was assessed through maximum voluntary contraction (MVC) and range of motion (ROM). **Results.** The experimental group demonstrated a statistically significant 14.8% improvement in MVC compared to the control group ($p < 0.001$). In the experimental group, subjective reports indicated an 18.7% increase in delayed onset muscle soreness compared to the control group ($p < 0.001$). No statistically significant differences were observed in ROM values between the two groups ($p = 0.695$). **Conclusion.** Percussion therapy emerges as a novel and potentially effective intervention for performance enhancement both in competition and during training sessions. While the findings of this pilot study are quite contradictory with respect to prior research, they suggest promising applications for post-recovery exercise, underscoring the need for further protocol standardization.

Keywords: percussion therapy; muscle recovery; muscular endurance

For citation: Polyayev B.A., Shishkin A.A., Dronova V.S., Ratnikov D.A., Demin N.A. The effect of percussion on muscle endurance among student athletes. *Human. Sport. Medicine*. 2025;25(1):28–35. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm250104

Введение. С начала XXI века проблемы, связанные с мышечным восстановлением как среди спортсменов, так и любителей активного образа жизни, до сих пор остаются предметом научных изысканий [5, 19]. Дискутируя на эту тему, Е.М. Епока и соавт. (2008) заключили, что интенсивная физическая нагрузка приводит к мышечному утомлению, в результате которого существенно ухудшается функциональная мышечная активность. При этом предельные по уровню физические нагрузки провоцируют чувство утомления с первых секунд активной работы [7]. В связи с этим специфика спортивной дисциплины и продолжительность тренировки напрямую коррелируют с уровнем функциональных изменений в организме спортсмена – С.А. Уильямс и соавт. (2019) [24]. Мышечное утомление связано не только с характеристикой физической нагрузки, но и с размерами и типом мышечных групп, участвующих в выполнении конкретной работы, сократительной способностью

и индивидуальным обменом веществ [11]. А. Лино-Саманиго и соавт. (2022) указывают на возможные различия во время изометрического и ауксотонического сокращения мышц. В условиях ауксотонического мышечного сокращения происходит адекватное кровообращение мышечной ткани, что обеспечивает включенные в активную работу мышцы кислородом и энергетическими субстратами, способствуя удалению из них продуктов обмена [2, 4]. Иная ситуация возникает во время изометрических упражнений, которые приводят к повышению уровня кровяного давления в сосудистом русле и сокращают временной период до момента утомления. Эти факторы обеспечивают снижение работоспособности и индивидуальной эффективности спортсмена [16].

Таким образом, за последние несколько лет научное медицинское сообщество активно изучает механизмы и способы мышечного восстановления и увеличения работоспособности спортсменов [1, 4, 12]. В связи с этим

данное исследование направлено на изучение виброперкуSSIONного воздействия как потенциального метода восстановления параметров выносливости во время краткосрочной нагрузки среди спортсменов студентов.

Цель исследования – в рамках пилотного клинического исследования оценить возможности использования виброперкуSSIONного воздействия в качестве метода мышечного восстановления при краткосрочной физической нагрузке.

Материалы и методы. Данное пилотное клиническое исследование выполнено на базе кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры и научно-исследовательской лаборатории «Новейшие технологии оздоровительной двигательной активности» Института профилактической медицины имени З.П. Соловьева (НИЛ «НТОДА» ИПМ им. З.П. Соловьева) ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России. Дизайн клинического исследования был спланирован в соответствии с международным протоколом для пилотных клинических исследований CONSORT 2010, L. Thabane и соавт. (2016) [20]. В исследовании приняли участие 40 (100 %) студентов 2–6-го курсов лечебного факультета ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, имеющих спортивный разряд по хоккею. Критериями исключения из исследования было наличие травм нижних конечностей в течение года, любой тип нервно-мышечных расстройств, наличие острого или обострения хронического заболевания на любом из этапов исследования, а также наличие неудовлетворительного результата анкетирования с помощью опросника физиологической готовности к физической нагрузке (Physical Activity Readiness Questionnaire – PAR-Q) [23]. Участники исследования заполняли форму добровольного информированного согласия и были проинформированы об основных этапах исследования, за исключением данных о конечной цели и гипотезах. Распределение участников на группы проводили с помощью фиксированной рандомизации посредством компьютерного рандомайзера, для ослепления рабочей группы исследователей был приглашен сторонний наблюдатель. В результате участники были распределены на экспериментальную группу – 20 (50,0 %) участников, которые получали виброперкуSSIONный массаж (ВПМ) в качестве метода восстановления в ответ на физическую нагрузку, и сравни-

тельную группу – 20 (50,0 %) участников, которые перенесли пассивное восстановление после предложенной нагрузки.

В качестве метода физической нагрузки использовали упражнение «подъем на носок на 1 ноге», в котором задействованы мышцы голени. Регламент выполнения упражнения «подъем на носок» проводили в количестве 4 подходов с частотой 60 повторений в минуту до физиологического мышечного отказа. Позиция тела в исходном положении во время упражнения «подъем на носках», стоя лицом к стене, с пальцевым упором, участник стабилизируется в положении, при котором опорная нога выпрямлена в коленном суставе (180°) и полной стопой стоит на полу, другую ногу участник приводит к стене таким образом, чтобы угол сгибания в коленном суставе составил 90° , при этом носок стопы касался стены, непосредственный подъем на носок производили в вертикальном положении тела.

Постнагрузочное воздействие в экспериментальной группе проводили с помощью ВПМ аппарата HyperVolt (Hyperice, California, USA), используя плоскую насадку. Частота ВПМ составила 40,0 Гц или 2400 ударов в минуту. Воздействие осуществляли после каждого подхода в течение 30 секунд в нейтральном и 30 секунд в растянутом состоянии мышц голени. Нога, на которую осуществляется воздействие, установлена на твердую поверхность так, чтобы ось бедра располагалась параллельно оси туловища, согнутой под углом 90°). При этом аппаратную ВПМ осуществляли в продольном направлении мышечных волокон, начиная от медиальной к латеральной области по ходу мышц голени. Пассивное постнагрузочное восстановление проводили после завершения подхода, в течение 1 минуты, после чего участник приступал к следующему подходу.

Оценку мышечной выносливости проводили с помощью определения уровня максимального произвольного сокращения (Maximum Voluntary Contraction – MVC) при первом (до начала постнагрузочного воздействия) и при заключительном подходе в упражнении «подъем на носок» [1]. Оценка темпа в упражнении осуществлялась с помощью метронома, который определял количество ударов за 1 минуту. Для оценки параметра диапазона движения (Range of motion – ROM) тыльного сгибания стопы использовали тест «дотягивание колена до стены» – (Dorsiflexion Lunge Test – DFT). Метод основывается на

измерении расстояния от носка стопы до стены до начала и после завершения физического воздействия. В качестве дополнительной оценки болевого синдрома через 2 суток после завершения процедуры мышечного восстановления в ответ на краткосрочную физическую нагрузку использовали 10-балльную шкалу отсроченной мышечной боли (Delayed onset muscle soreness – DOMS) [6].

Статистический анализ полученных данных в ходе данного пилотного исследования проводили с помощью программного обеспечения JamoviDesktop v.2.3 на базе операционной системы Windows 11® [22].

Результаты. По результатам проведенного пилотного клинического исследования удалось установить, что средний возраст участников исследования составил 21 ± 2 года,

в интерквартильном диапазоне (IQR) от 21 до 22 лет. Средние значения параметров роста и веса спортсменов составили 177,5 см (171,8–182,2 см) и 68,0 кг (66,0–72,0 кг) соответственно. Значения ИМТ составило $23,1 \pm 1,0$ кг/м² (22,8–23,4 кг/м²). Статистически значимых различий в морфометрических параметрах в зависимости от группы физического воздействия до начала исследования выявить не удалось (табл. 1).

Средние значения количества повторов во время упражнения «подъем на носок» среди участников исследования в зависимости от методики мышечного восстановления не имели статистически значимых различий между группами участников как для 1-го, так и для 2-го подхода ($p = 0,550$ и $p = 0,480$ соответственно) (табл. 2).

Таблица 1
Table 1

Характеристика участников исследования в зависимости от группы физического воздействия
Characteristics of study participants by groups

Показатель / Parameter		Тип физического восстановления / Type of recovery		p
		Пассивное Passive recovery	Виброперкуссия Percussion therapy	
Возраст (лет), M (SD) / Age (years), M (SD)		21 (2)	22 (2)	0,198
Рост (см), M (SD) / Body length (cm), M (SD)		175,2 (7,1)	178,3 (5,5)	0,139
Вес (кг), M (SD) / Body weight (kg), M (SD)		67,2 (4,2)	69,5 (3,7)	0,068
ИМТ (кг/м ²), M (SD) / BMI (kg/m ²), M (SD)		23,0 (1,0)	23,1 (1,0)	0,749
Спортивный разряд, абс. (%) Sports rank, abs. (%)	KMC / CMS	1 (5,0 %)	1 (5,0 %)	0,949
	1-й взрослый разряд First-class	9 (45,0 %)	10 (50,0 %)	
	2-й взрослый разряд Second-class	10 (50,0 %)	9 (45,0 %)	
Ведущая нога, абс. (%) Dominant leg, abs. (%)	Правая / Right	6 (30,0 %)	7 (35,0 %)	1,000
	Левая / Left	14 (70,0 %)	13 (65,0 %)	

Таблица 2
Table 2

**Анализ динамики числа повторений во время физической нагрузки
в зависимости от методики мышечного восстановления**
Comparative analysis of exercise repetition statistics depending on the type of recovery

Тип физического восстановления Type of recovery	Этап наблюдения / Stage of observation								p
	1-й подход 1st set		2-й подход 2nd set		3-й подход 3rd set		4-й подход 4th set		
	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃	
Пассивное восстановление Passive recovery	38	35–40	26	23–28	20	18–22	16	14–17	< 0,001*
Виброперкуссия Percussion therapy	38	35–40	26	24–30	23	22–25	20	18–21	< 0,001*
p	0.550		0.480		0.001*		< 0.001*		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$), используемый метод: U-критерий Манна – Уитни, критерий Фридмана.

Note: * – level of significance at $p < 0.05$, Mann – Whitney U test, Friedman test.

Таблица 3
Table 3

Анализ динамики параметра MVC в зависимости от методики мышечного восстановления
Impact of muscle recovery techniques on the dynamics of MVC

Тип физического восстановления Type of recovery	Этап наблюдения / Stage of observation				p
	MVC до/pre-recovery (%)		MVC после/post-recovery (%)		
	M ± SD	95 % ДИ/CI	M ± SD	95 % ДИ/CI	
Пассивное Passive recovery	100,0 ± 0,0	100,0–100,0	33,9 ± 4,7	31,8–36,1	< 0,001*
Виброперкуссия Percussion therapy	100,0 ± 0,0	100,0–100,0	48,7 ± 4,4	46,6–50,7	< 0,001*
p	–		< 0,001*		–

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$), используемый метод: t – критерий Стьюдента.

Note: * – level of significance at $p < 0.05$, Student's t-test.

Таблица 4
Table 4

Анализ параметров отсроченной боли в зависимости от методики мышечного восстановления
Impact of muscle recovery techniques on delayed onset muscle soreness

Тип физического восстановления Type of recovery	Синдром отсроченной мышечной боли (балл) Delayed onset muscle soreness (score)			p
	Me	Q ₁ –Q ₃	n	
Пассивное Passive recovery	6,50	6,00–7,00	20	< 0,001*
Виброперкуссия Percussion therapy	8,00	7,00–8,25	20	

Примечание: * – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$), используемый метод: U – критерий Манна – Уитни.

Note: * – level of significance at $p < 0.05$, Mann – Whitney U test.

При анализе полученных значений о количестве повторений до момента мышечного отказа 3-го и 4-го подхода в упражнении «подъем на носок» удалось установить статистически значимые различия между участниками исследования в зависимости от методики мышечного восстановления ($p < 0,001$). Так, среди участников экспериментальной группы, которая получала ВПМ, количество повторений в 3-м подходе составило 23, что на 13,0 % больше по сравнению с группой сравнения – 20 повторений ($p < 0,001$). В 4-м подходе разница между показателя повторений составила 20,0 %, в пользу экспериментальной группы ($p < 0,001$).

Сравнительный анализ MVC перед началом мышечного восстановления в ответ на краткосрочную физическую нагрузку и после его завершения продемонстрировал существенные различия между группами в ответ на исследуемое воздействие ($p < 0,001$) (табл. 3).

При условии долевого расчета MVC средние значения данного показателя в заключительном подходе среди участников экспери-

ментальной группы были выше на 14,8 % и составили $48,7 \pm 4,4$ %, по сравнению с группой сравнения – $33,9 \pm 4,7$ % ($p < 0,001$).

Анализ явлений отсроченного болевого синдрома в ответ на физическую нагрузку продемонстрировал явления выраженного болевого синдрома среди участников экспериментальной группы, которые получали локальный ВПМ мышц голени в ответ на краткосрочную нагрузку ($p < 0,001$) (табл. 4).

Таким образом, участники, перенесшие в качестве метода мышечного восстановления ВПМ через 2 суток после физической нагрузки, имели на 18,7 % более выраженные субъективные ощущения болевого синдрома по сравнению с сравнительной группой, участники которой получали пассивное восстановление в ответ на физическую нагрузку.

В свою очередь сравнительный анализ параметров ROM не выявил статистически значимых различий между участниками исследования в зависимости от метода мышечного восстановления (табл. 5).

Таблица 5
Table 5Анализ динамики показателя ROM в зависимости от методики мышечного восстановления
Impact of muscle recovery techniques on the dynamics of ROM

Тип физического восстановления Type of recovery	Этапы наблюдения / Stages of observation				p
	ROM до/pre-recovery (°)		ROM после/post-recovery (°)		
	Me	Q ₁ –Q ₃	Me	Q ₁ –Q ₃	
Пассивное Passive recovery	15,5	14,0–16,0	15,5	14,0–16,0	0,317
Виброперкуссия Percussion therapy	15,5	15,0–16,0	15,0	15,0–16,0	0,317
p	0,614		0,695		–

Примечание: * – различия показателей считали статистически значимы при $p < 0,05$, используемый метод: U-критерий Манна – Уитни, критерий Уилкоксона.

Note: * – level of significance at $p < 0.05$, Mann – Whitney U test, Wilcoxon test.

Обсуждение полученных данных.

Исследование рассматривало влияние ВПМ на восстановление мышц голени после физической нагрузки по сравнению с пассивным отдыхом. Анализ показал, что участники с ВПМ показали лучшие результаты MVC, однако предыдущие исследования (А. Konrad и R.P. Kujala) не выявили статистически значимых различий в аналогичных условиях [13, 14]. В то же время М. García-Sillero указал, что локальный ВПМ увеличивает количество повторов при нагрузке. D. Germann предположил, что ВПМ улучшает выносливость, воздействуя на разные виды мышечных волокон [9, 10].

Касательно отсроченного болевого синдрома (DOMS) результаты показали, что ВПМ не снижает его выраженность, подтверждая данные М. Rao. Участники с пассивным восстановлением испытывали меньшую боль. В исследовании J.H. Trainer наблюдали, что ВПМ положительно влияет на амплитуду движения. В нашем исследовании изменения в ROM не были зафиксированы, что может быть связано с режимом ВПМ, в отличие от других работ, где изменения были значительными [17, 23].

Анализ полученных данных не установил каких-либо изменений по итогам сравнения значений амплитуды движений ROM. Однако данное явление с высокой вероятностью связано с выбором режима и дозы ВПМ, поскольку тождественно рассматриваемые параметры ROM в исследованиях М. Lakhwani и соавт. (2021), R.M. Ferreira и соавт. (2023), L. Sams и соавт. (2023) имеют тенденцию к значимому изменению в ответ на ВПМ [8, 15, 18].

Заклучение. Результаты исследования имеют как корреляцию с ранее опубликованными научными работами, так и значительные противоречия. Это подтверждает новизну ВПМ в качестве инструмента мышечного восстановления в ответ на физическую нагрузку среди спортсменов и демонстрирует спорный эффект, который напрямую связан с отсутствием специальных протоколов и рекомендаций по применению ВПМ.

Полученные противоречия в ходе обсуждения результатов данного исследования говорят о малоизученности ВПМ в качестве потенциально эффективного механизма мышечного восстановления и способа повышения работоспособности спортсменов во время тренировочного процесса и соревнований.

Список литературы / References

1. Безопасный спорт? Реалии, понятийные и нормативные аспекты / М.Д. Дидур, И.Т. Выходец, Н.К. Хохлина, А.И. Журавлева // Вестник РГМУ. 2017. Т. 6. С. 18–21. [Didur M.D., Vykhodets I.T., Khokhlina N.K., Zhuravleva A.I. [Can Sports be Safe? Reality, Concepts and Regulations]. *Vestnik RGMU* [Bulletin of Russian State Medical University], 2017, vol. 6, pp. 18–21. (in Russ.)]
2. Abraham W.M., Craig A.B.Jr. Tension Decline During Isometric Contractions without Visual Cues. *Medicine and Science in Sports*, 1975, vol. 7 (2), pp. 99–104. PMID: 1152632. DOI: 10.1249/00005768-197500720-00016
3. Berthelot G., Sedeaud A., Marck A. et al. Has Athletic Performance Reached its Peak? *Sports Medicine*, 2015, vol. 45 (9), pp. 1263–1271. DOI: 10.1007/s40279-015-0347-2

4. Bull R.K., Davies C.T., Lind A.R., White M.J. The Human Pressor Response During and Following Voluntary and Evoked Isometric Contraction with Occluded Local Blood Supply. *Journal of Physiology*, 1989, vol. 411, pp. 63–70. DOI: 10.1113/jphysiol.1989.sp017560
5. Carrard J., Rigort A.C., Appenzeller-Herzog C. et al. Diagnosing Overtraining Syndrome. *Sports Health*, 2022, vol. 14 (5), pp. 665–673. DOI: 10.1177/19417381211044739
6. Cheung K., Hume P., Maxwell L. Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies and Performance Factors. *Sports Medicine*, 2003, vol. 33 (2), pp. 145–164. DOI: 10.2165/00007256-200333020-00005
7. Enoka R.M., Duchateau J. Muscle Fatigue: what, why and how it Influences Muscle Function. *Journal of Physiology*, 2008, vol. 586 (1), pp. 11–23. DOI: 10.1113/jphysiol.2007.139477
8. Ferreira R.M., Silva R., Vigário P. et al. The Effects of Massage Guns on Performance and Recovery. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2023, vol. 8 (3), p. 138. DOI: 10.3390/jfmk8030138
9. García-Sillero M., Jurado-Castro J.M., Benítez-Porres J., Vargas-Molina S. Acute Effects of a Percussive Massage Treatment on Movement Velocity During Resistance Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021, vol. 18 (15), p. 7726. DOI: 10.3390/ijerph18157726
10. Germann D., El Bouse A., Shnier J. et al. Effects of Local Vibration Therapy on Various Performance Parameters: a Narrative Literature Review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 2018, vol. 62 (3), pp. 170–181. PMID: 30662072; PMCID: PMC6319432
11. Górski J. *Fizjologia wysiłku i treningu fizycznego*. Poland, 2019, vol. 28, pp. 179–197.
12. Jamnik V.K., Gledhill N., Shephard R.J. Revised Clearance for Participation in Physical Activity: Greater Screening Responsibility for Qualified University-educated Fitness Professionals. *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2007, vol. 32 (6), pp. 1191–1197. DOI: 10.1139/H07-128
13. Konrad A., Glashüttner C., Reiner M.M. et al. The Acute Effects of a Percussive Massage Treatment with a Hypervolt Device on Plantar Flexor Muscles' Range of Motion and Performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2020, vol. 19 (4), pp. 690–694. PMID: 33239942; PMCID: PMC7675623
14. Kujala R.P., Davis C.D., Young L. The Effect of Handheld Percussion Treatment on Vertical Jump Height. *International Journal of Exercise Science*, 2019, vol. 8, iss. 7, art. 75. Available at: <https://digitalcommons.wku.edu/ijesab/vol8/iss7/75>.
15. Lakhwani M., Phansopkar P. Efficacy of Percussive Massage Versus Calf Stretching on Pain, Range of Motion, Muscle Strength and Functional Outcomes in Patients with Plantar Fasciitis. *A Randomized Control Trial*, 2021. DOI: 10.21203/rs.3.pex-1492/v1
16. Lino-Samaniego Á., Rubia A., Sillero-Quintana M. Acute Effect of Auxotonic and Isometric Contraction Evaluated by Infrared Thermography in Handball Players. *Journal of Thermal Biology*, 2022, pp. 103–318. DOI: 10.1016/j.jtherbio.2022.103318
17. Rao M., Rehman S.S., Hassan D., Mehwish I. Effects of Percussive Massage Treatment with Theragun on Pain and Muscle Length on Post Exercise Delayed Onset Muscle Soreness of Calf Muscles in Healthy Population. *The Rehabilitation Journal*, 2023, vol. 7 (2), pp. 518–524. DOI: 10.52567/trj.v7i02.213
18. Sams L., Langdown B.L., Simons J., Vseteckova J. The Effect of Percussive Therapy on Musculoskeletal Performance and Experiences of Pain: A Systematic Literature Review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2023, vol. 18 (2), pp. 309–327. DOI: 10.26603/001c.73795
19. Sesboüé B., Guincestre J.Y. Muscular Fatigue. *Annales de Readaptation et de Medecine Physique*, 2006, vol. 49 (6), pp. 257–264, 348–354. DOI: 10.1016/j.annrmp.2006.04.021
20. Thabane L., Hopewell S., Lancaster G.A. et al. Methods and Processes for Development of a CONSORT Extension for Reporting Pilot Randomized Controlled Trials. *Pilot Feasibility Studies*, 2016, vol. 20, pp. 2–25. DOI: 10.1186/s40814-016-0065-z
21. The Jamovi Project. 2022. Jamovi. (version 2.3) [Computer Software]. Available at: <https://www.jamovi.org>.
22. Thomas S., Reading J., Shephard R.J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Science*, 1992, vol. 17 (4), pp. 338–345. PMID: 1330274

23. Trainer J.H., Pascarella M., Paul R.W., Thomas S.J. Acute Effects of Percussive Therapy on the Posterior Shoulder Muscles Differ Based on the Athlete's Soreness Response. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2022, vol. 17 (5), pp. 887–895. DOI: 10.26603/001c.37254

24. Williams C.A., Ratel S. Human Muscle Fatigue. *Taylor & Francis*, 2009. DOI: 10.4324/9780203885482

Информация об авторах

Поляев Борис Александрович, доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕН, заведующий кафедрой реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, заведующий НИЛ новейших технологий оздоровительной двигательной активности, Институт профилактической медицины им. З.П. Соловьева, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия.

Шишкин Алексей Андреевич, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, старший научный сотрудник НИЛ новейших технологий оздоровительной двигательной активности, Институт профилактической медицины им. З.П. Соловьева, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия.

Дронова Варвара Сергеевна, студент 5-го курса педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия.

Ратников Даниил Александрович, студент 6-го курса педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия.

Дёмин Никита Алексеевич, ассистент кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, научный сотрудник НИЛ новейших технологий оздоровительной двигательной активности, Институт профилактической медицины им. З.П. Соловьева, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия.

Information about the authors

Boris A. Polyayev, Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine, and Physical Education, Head of the Research Laboratory "NTODA", Solovyov Institute of Preventive Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Aleksey A. Shishkin, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine, and Physical Education, Senior Researcher, Research Laboratory "NTODA", Solovyov Institute of Preventive Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Varvara S. Dronova, 5th-year student, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Daniil A. Ratnikov, 6th-year student, Faculty of Pediatrics, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Nikita A. Demin, Assistant of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine, and Physical Education, Researcher, Research Laboratory "NTODA", Solovyov Institute of Preventive Medicine, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia.

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

The authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 15.11.2024

The article was submitted 15.11.2024