

Спортивная тренировка Sports training

Научная статья
УДК 611.229
DOI: 10.14529/hsm220410

МЫШЕЧНАЯ АКТИВАЦИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ УПРАЖНЕНИЙ С ЭЛАСТИЧНЫМИ БЭНДАМИ И СВОБОДНЫМИ ВЕСАМИ

Г.И. Семёнова, galsem@list.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0193-1416>
П.А. Григорьев, petrgr_kris@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6479-8440>
И.В. Еркомайшвили, irerk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5255-406X>
Т.М. Лебедихина, tm7783@yandex.ru
И.М. Добрынин, dobry-66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5726-6219>

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Цель исследования: сравнить мышечную активацию в трех классических упражнениях при выполнении упражнений с эластичными бэндами-резинками и свободными весами. **Материалы и методы.** Уровень мышечной активности был измерен у 15 мужчин среднего возраста (33–45 лет) способом поверхностной электромиографии, где все упражнения и нагрузки с отягощением эластичными бэндами и свободными весами были сопоставлены с использованием 10-повторных максимальных нагрузок. **Результаты.** В нашем исследовании эластичные бэнды вызвали незначительное понижение мышечной активности в мышцах, которые большинство людей стремятся активировать во время разведения и обратного отведения плеча, а именно большой грудной мышцы и задней дельтовидной мышцы соответственно. Тем не менее эластичные бэнды существенно увеличивают уровень мышечной активации в воспринимаемых вспомогательных мышцах, то есть в передней дельтовидной мышце, а также в средней и трапециевидной дельтовидных мышцах, возможно, из-за того, что эластичные бэнды являются более нестабильным способом сопротивления. Также в упражнении Biceps Curl (сгибание руки в локтевом суставе с отягощением) существенное различие было в активации двуглавой мышцы плеча. При упражнении Row (тяга к груди) не было замечено существенных различий в разнице активации. **Заключение.** В целом результаты показывают, что эластичные бэнды могут быть успешно применены как замена или дополнение к традиционному силовому тренингу: при правильном использовании они безопасны и эффективны.

Ключевые слова: силовой тренинг, гантели, эластичные бэнды, плечевой пояс, электромиограф, мышечная активация

Для цитирования: Мышечная активация при выполнении упражнений с эластичными бэндами и свободными весами / Г.И. Семёнова, П.А. Григорьев, И.В. Еркомайшвили и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 84–91. DOI: 10.14529/hsm220410

Original article
DOI: 10.14529/hsm220410

MUSCLE ACTIVATION DURING EXERCISE WITH RESISTANCE BANDS AND WEIGHTS (DUMBBELLS)

G.I. Semenova, galsem@list.ru, <http://orcid.org/0000-0003-0193-1416>,
P.A. Grigoriev, petrgr_kris@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-6479-8440>,
I.V. Erkomaishvili, irerk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5255-406X>,
T.M. Lebedikhina, tm7783@yandex.ru
I.M. Dobrynin, dobry-66@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5726-6219>

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Yekaterinburg, Russia

Abstract. Aim. To compare muscle activation during 3 traditional exercises with resistance bands and dumbbells. **Materials and methods.** Muscle activity was measured in 15 men aged 33–45 by surface electromyography. All physical activities with resistance bands and dumbbells were compared with the 10-repetition maximum test. **Results.** Resistance bands caused a slight decrease in muscle activity in the pectoralis major and posterior deltoid. However, resistance bands significantly increase muscle activation in the perceived accessory muscles, namely the anterior deltoid and the middle and trapezius deltoid muscles. This can be explained by the fact that resistance bands are a more unstable method of resistance. During the Biceps Curl test, there was a significant difference in the activation of the Biceps Brachii. During the rowing exercise, no significant difference in activation was observed. **Conclusion.** The results obtained showed that resistance bands could be successfully used instead of or together with traditional strength training and were safe and effective when used correctly.

Keywords: strength training, dumbbells, resistance bands, shoulder girdle, electromyograph, muscle activation

For citation: Semenova G.I., Grigoriev P.A., Erkomaishvili I.V., Lebedikhina T.M., Dobrynin I.M. Muscle activation during exercise with resistance bands and weights (dumbbells). *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(4):84–91. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220410

Введение. Регулярные тренировки с отягощениями, как известно, являются распространенными средствами для укрепления здоровья и развития мышечной массы, а также тренировки и совершенствования баланса [4, 5]. Однако ограничения, связанные с обычным оборудованием в процессе тренировок с отягощениями, могут сдерживать специалистов и самих занимающихся от использования этой формы занятий [2]. Как правило, штанги, гантели и тренажеры с отягощениями являются тяжелыми и занимают большое пространство. Более того, у многих людей нет возможности заниматься физическими упражнениями в фитнес-центре. Поэтому они активно ищут альтернативу занятиям в тренажерном зале, предпочитая тренироваться самостоятельно, на улице или дома.

Альтернативным способом тренировки с отягощениями является использование эластичных лент (бэндов), которые занимают мало места, легки и портативны [12]. Когда

используются штанги, гантели или обычные тренажеры, внешнее сопротивление не изменяется во время диапазона движений. С другой стороны, упругое сопротивление, обеспечиваемое эластичными лентами-бэндами, будет увеличиваться с удлинением ленты-амортизатора [1].

Эластичное сопротивление дает несколько потенциальных преимуществ, которые перевешивают преимущества свободных весов. Это дополнительные функции, которые включают в себя функциональную силу, предотвращение травм, большой прирост мышечной силы и взрывной способности, а также удобство использования, особенно дома или во время путешествий [11]. Также при использовании в ходе тренировки эластичных бэндов увеличивается возможность включения в работу латеральных упражнений (на одной ноге или руке), что позволяет включать в работу больше мышц-стабилизаторов. Еще одним преимуществом работы с эластичными лен-

тами является использование большинства упражнений во всех трех плоскостях (сагиттальная, горизонтальная, фронтальная) [19].

Информация, которую получает мозг от суставов во время выполнения какого-либо движения, как было установлено американскими учеными [12, 20], чрезвычайно важна. И большая часть информации передается через нервные окончания (механорецепторы) [6, 17]. Добавление нагрузки во время упражнений на мобильность, или использование внешних источников нагрузки, таких как ленты, может увеличить количество механорецепторов, задействованных в упражнении, и, как результат, может сгенерировать лучшую информацию, которая будет получена мозгом и будет потенциально являться преимуществом для развития силы, через упражнения на мобильность.

Еще одним преимуществом использования этих типов лент без ручек является то, что руки и хват, который необходим при удержании ленты, активируется на протяжении всей серии, независимо от того, на каком суставе вы сосредоточены. Это является очень полезным инструментом для людей, которые хотят увеличить силу хвата.

Использование тренировки с эластичным отягощением (бэндом) в качестве тренировочного метода и инструмента для реабилитации стало популярным в 1980 году и в последние годы растет [3]. Его преимущества включают улучшенную функциональную способность, увеличенную силу и выносливость с повышенной активацией мышц, а также улучшенный состав тела после комбинирования тренировок с весами [1, 2]. Кроме того, он практичен в использовании, имеет низкую стоимость и может использоваться в различных целях и местах [12].

Исследования продемонстрировали аналогичные результаты в тренировочной реакции с использованием обычных тренировок с отягощениями и бэндами в разных группах населения. В одном исследовании, опубликованном в выпуске американского журнала спортивной медицины за 1998 год [19], сообщается, что теннисистки, которые тренировались с эластичными лентами, значительно увеличили силу плеч, а также скорость подачи в теннисе по сравнению с теннисистками, не использующими эластичные бэнды [2]. Другое исследование, проведенное в Университете штата Луизиана (Новый Орлеан), об-

наружило, что программа тренировок с эластичными бэндами укрепляет вращающие мышцы манжеты у играющих в бейсбол лучше, чем программа, в которой используются гантели как основной инструмент увеличения силы, а также использование силовых тренажеров [2]. Было выявлено, что упругое сопротивление не зависит от силы тяжести, также можно перенаправить акцент на работающие мышцы во время упражнения, изменив линию натяжения трубки или лент на середине бэнда [2]. Исследование, проведенное в Университете Бригама Янга, представило конкретный пример этого, доказав, что акцент на квадрицепсы и подколенные сухожилия во время приседаний и шаговых упражнений с эластичным сопротивлением менялся именно тогда, когда испытуемые меняли направление движения [16].

В нескольких исследованиях, основанных на эффективности данного типа тренинга, использовалась поверхностная электромиография (ЭМГ) для сравнения активации мышц при выполнении упражнений с отягощениями с использованием как эластичного, так и обычного сопротивления (гантели, штанги, тренажеры) [1]. Некоторые из этих исследований показывают, что при сопоставлении относительного сопротивления (такой же процент от максимума за одно повторение) аналогичные уровни мышечной активации могут быть достигнуты для мышц, которые участвуют в данном упражнении. [2, 9], в то время как другие считают, что обычное сопротивление, вызываемое лентами, не является значительным [2, 3].

Также было обнаружено, что паттерны (повторяющиеся движения) мышечной активации различаются между эластичными лентами и обычными тренировочными упражнениями с отягощениями с более высокой мышечной активностью для обычного и эластичного сопротивления в разных фазах сокращения [16]. Как правило, мышечная активность, вызванная обычным оборудованием, выше, чем эластическое сопротивление в начале концентрической фазы сокращения, в то время как ближе к концу (когда полоса удлиняется) уровни мышечной активности более схожи. Однако на это влияет «точка преткновения» рассматриваемого упражнения [8]. Мертвая точка обычно известна как точка в диапазоне движения (ROM), когда человек испытывает достаточно большое увеличение

сложности выполнения движения [7], и является слабым местом с точки зрения эффективности в упражнениях с отягощениями [14]. В движениях, когда «точка преткновения» возникает на ранней стадии концентрического ПЗУ с обычным сопротивлением, можно предположить, что конечная точка в диапазоне движения возникает позже в фазе движения с помощью эластичных лент из-за постепенно увеличивающегося внешнего сопротивления, но, насколько нам известно, это не проверено экспериментально, что и предстоит узнать далее [14].

В нашем исследовании сравнивались между собой такие многосуставные и односуставные упражнения, как Chest Press (жим от груди), Biceps Curl (сгибание рук на бицепс) и Row (тяга) [11]. Изучались результаты обеих фаз движения – концентрической и эксцентрической. Все движения осуществлялись в сагиттальной плоскости.

Предполагается, что тренировка с бэндами дает аналогичные или даже более существенные улучшения производительности, по сравнению с отягощением (гантели), потому что данный метод тренировки предъявляет более высокие требования к нервно-мышечной системе (то есть во время тренировки необходима дополнительная суставная и постральная стабильность), а также необходимо добиться определённого уровня мобильности суставов, чтобы мозг получал более качественную информацию о движении, которое его просят выполнить [18].

На сегодняшний день недостаточно научных данных о мышечной активности, измеренной одновременно по нескольким различным типам упражнений. Необходимо провести больше исследований по эффективности данного метода (тренировка с бэндами) для того, чтобы дать тренерам-реабилитологам, спортивным тренерам и тренерам по фитнесу рекомендации и улучшить качество их работы, привнести новизну в тренировочный и физкультурно-оздоровительный процесс, а также заинтересовать потенциальных посетителей фитнес-залов различными новшествами в сфере фитнеса [6, 7].

Цель исследования состояла в том, чтобы оценить различия в уровнях мышечной активности, вызванные эластичными бэндами и упражнениями с гантелями, в трех упражнениях – Chest Press (жим от груди), Biceps Curl (сгибание на бицепс) и Row (тяга) [11].

Материалы и методы. В ходе данного исследования использовались такие методы, как анализ литературы, тестирование, педагогический эксперимент, методы математико-статистической обработки. В исследовании принимали участие 15 взрослых здоровых людей (мужчины) в возрасте от 33 до 45 лет с примерно одинаковой комплекцией тела.

Исследование проходило с помощью электромиографа двумя способами:

- 1) с помощью накожных электродов;
- 2) стимуляционной электромиографии – при искусственной стимуляции нерва или органов чувств. Это позволяет исследовать нервно-мышечную передачу, рефлекторную деятельность, определить скорость проведения возбуждения по мышце.

Каждый из испытуемых имел 16 предварительно закрепленных беспроводных поверхностных ЭМГ-электродов, расположенных на двух сторонах каждой мышцы из нижеперечисленных: большой грудной мышцы (PM), средней дельтовидной мышцы (MD), передней дельтовидной мышцы (DA), задней дельтовидной мышце (DP), двуглавой мышцы плеча (BB), прямой мышцы живота (RA), широчайшей мышцы спины (LD), мышц-разгибателей позвоночника (ES) и средней трапециевидной / ромбовидной мышцы (MT).

Каждому участнику было предложено осуществить 3 классических упражнения: Chest Press (жим от груди), Biceps Curl (сгибание рук на бицепс) и Row (тяга). Все участники выполняли сначала упражнения с гантелями (по весу подобранные соответственно 10-RM-тесту), а затем те же самые упражнения с резиновыми бэндами.

Мышечная активация оценивалась в упомянутых выше упражнениях сначала с отягощением, а потом с бэндами. Среднеквадратичное значение (RMS) каждой стороны для каждой мышцы усредняли для анализа данных.

Исследование проходило в июле 2020 года на базе одной из фитнес-студий города Пекина, Китай.

Критерии участия в исследовании были следующие:

1. Понимание инструктажа и умение читать на английском языке.
2. Возраст 33–45 лет.
3. Мужской пол.
4. Отсутствие серьезных травм и операций за последние 3 года.
5. Размер кожной складки живота менее

34 мм для предотвращения импеданса, влияющего на считывание ЭМГ мышц живота. Эта мера складки кожи была выбрана произвольно, чтобы гарантировать, что субъекты имели содержание жира ниже 24 %.

Перед началом тестирования все участники прошли оценку силовых возможностей с помощью теста 10-RM. Все участники посетили две сессии для ознакомления и оценки силы. На этих занятиях они выполнили протокол теста 10-RM, в котором мы определили нагрузку, с которой участники смогли выполнить 10 повторений, но не более, чтобы согласовать нагрузку от эластичных лент с нагрузкой от гантелей для последующей активации мышц по методике ЭМГ.

Всего участники посетили четыре тестовые занятия. Протокол 10-RM выполнялся на первом и втором сеансе с использованием резинок в один день и гантелей в другой. Участникам было рекомендовано воздерживаться от силовых упражнений в течение как минимум трех дней подряд перед тестами 10-RM. Перед тестом 10-RM демонстрировалось правильное выполнение, и участники практиковали технику до тех пор, пока она не могла быть выполнена должным образом. В дальнейшем нагрузку постепенно увеличивали. Перед тем как выполнять существенно большие нагрузки, необходимо было выполнить как минимум два подхода с относительно низким сопротивлением. Чтобы избежать мышечной усталости, участникам предлагалось остановиться, если нагрузка была достаточно легкой для выполнения более 10 повторений. При упругом сопротивлении нагрузкой манипулировали, изменяя и/или увеличивая количество полос и/или изменяя расстояние между участником и точкой привязки. Комбинация полос (бэндов) и расстояния была записана для всех участников, чтобы можно было повторить нагрузку для ЭМГ и выборки движения. Как рекомендовал производитель, эластичные ленты были предварительно растянуты и никогда не растягивались более 300 % длины расслабления.

Испытуемые выполняли поочередно 6 упражнений: три упражнения с гантелями и три с резиновыми бэндами, с 1 минутой перерыва между упражнениями.

Сигнал ЭМГ регистрировали на протяжении всего выполнения каждого упражнения для сравнения активации мышц посредством нормализованного среднеквадратичного зна-

чения (RMS) между упражнением с гантелями и аналогичным упражнением с бэндами.

Во время пятисекундного мышечного сокращения данные ЭМГ собирали с помощью EMG comparison (Delsys Inc., с частотой дискретизации 1600 Гц и фильтровали через Butterworth 2-полосовой фильтр порядка (частота среза: 100–300 Гц, 140 дБ/дек.). Сигнал от каждой мышцы с каждой стороны был усреднен для представления группы мышц на двусторонней основе. Средние три секунды каждой пятисекундной фазы рассматривались для мышечного изометрического сокращения (RIC). Порядок выполнения контрольных упражнений был рандомизирован для каждого человека с перерывом в одну минуту между каждым упражнением.

Полученные данные анализировались с использованием SPSS версии 23 для Windows. Доверительные интервалы и стандартные отклонения RMS и RIC (в %) были получены для каждой группы мышц. Коэффициенты корреляции между переменными для каждого упражнения были больше 0,7. Последующий анализ для каждой мышцы с использованием корректировок выполнялся, когда MANOVA была статистически значимой ($p \leq 0,05$).

Среднеквадратичное значение (RMS) каждой стороны для каждой мышцы было усреднено для анализа данных. Многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA) для каждого упражнения с аналогичным сравнением был проведен для сравнения активации мышц между каждым упражнением с гантелями и его аналогом с резиновым бэндом.

Результаты. При сравнении всех упражнений анализатор MANOVA показал статистически значимую большую активацию мышц во время упражнений с тренировочными бэндами (как минимум в одной группе мышц) [10, 11, 13]. После анализа всех упражнений данный анализатор выявил статистически значимое увеличение мышечной активации для следующих мышц во время тестирования:

– во время упражнения Chest Press – DA ($p = 0,188$); MD (0,086);

– в упражнении Biceps Curl – BB (1,035), DA ($p = 0,027$) (где DA – Deltoid Anterior (передняя дельтовидная мышца), MD – Medium Deltoids (средняя дельтовидная мышца), BB – Biceps Brachialis (двуглавая мышца плеча) и LD – Latissimus Dorsi (широчайшая мышца спины) [19];

– во время упражнения Row разница была

либо незначительна, кроме одной группы мышц, где разница при активации мышечной группы была в пользу гантелей: LD ($p = 0,198$).

Таким образом, проведенное исследование показало, что силовые упражнения с тренировочными бэндами повышают мышечную активацию выбранных нами мышц гораздо больше в сравнении с аналогичными упражнениями с гантелями (на тренировочной скамье и стоя).

Однако следует заметить, что данный тип тренировок подходит только здоровым и готовым к этому людям, а также требует правильного положения осанки и верной техники упражнений [15]. Также наше исследование показало, что использование электромиографа в работе тренера может быть полезным, например, в поисках сравнения мышечной активации при выборе различных упражнений, а также в поиске новых тренировочных средств и методов, используемых в реабилитации [14].

Заключение. Данные этого исследования показывают, что тренировки с отягощениями с использованием эластичных устройств обеспечивают аналогичную мышечную активацию по сравнению с тренировками с отягощениями, выполняемыми с использованием

тренировочных бэндов. Эти результаты позволяют тренерам, физиотерапевтам и даже пациентам выбирать устройства с низкими затратами, простыми в обращении, которые можно использовать в разных местах (например, эластичные устройства), для поддержания и увеличения мышечной силы.

Результаты этого исследования показали увеличение мышечной активации верхних конечностей и основных мышц при выполнении упражнений с использованием резиновых бэндов. Также следует отметить, что увеличение мышечной активации во время данных упражнений было характерно как минимум для двух упражнений вне зависимости от положения и нагрузки на устройство.

Однако следует помнить о том, что бэнды имеют ряд противопоказаний и правил:

- нельзя использовать бэнды, если имеется аллергия на изделия из резины;
- важно положение позвоночника и позиция конечностей при выполнении упражнения (соблюдение техники упражнения);
- необходима правильная разминка перед началом упражнений;
- важен правильный подбор сопротивления.

Список литературы / References

1. Aboodarda S.J., Hamid M.A., Muhamed A.M.C. Resultant Muscle Torque and Electromyographic Activity During High Intensity Elastic Resistance and Free Weight Exercises. *European Journal of Sport Science*, 2013, vol. 13, pp. 155–163. DOI: 10.1080/17461391.2011.586438
2. Aboodarda S.J., Shariff M.H.M., Muhamed A.M.C. et al. Electromyographic Activity and Applied Load During High Intensity Elastic Resistance and Nautilus Machine Exercises. *Journal of Human Kinetics*, 2011, vol. 30, pp. 5–12. DOI: 10.2478/v10078-011-0067-0
3. Abrahin O., Rodrigues R.P., Nascimento V.C. et al. Single- and Multiple-Set Resistance Training Improves Skeletal and Respiratory Muscle Strength in Elderly Women. *Clinical Interventions in Aging*, 2014, vol. 9, pp. 1775–1782. DOI: 10.2147/CIA.S68529
4. Ahtiainen J.P., Hulmi J.J., Lehti M. Effects of Resistance Training on Expression of IGF-I Splice Variants in Younger and Older Men. *European Journal of Sport Science*, 2016, vol. 16, pp. 1055–1063. DOI: 10.1080/17461391.2016.1185164
5. Alvarez K.J., Kirchner S., Chu S.P., Smith S. Falls Reduction and Exercise Training in an Assisted Living Population. *Journal of Aging Research*, 2015, vol. 4, 957598. DOI: 10.1155/2015/957598
6. Amonette W.E., English K.L., Kraemer W.J. Evidence-Based Practice in Exercise Science: The Six-Step Approach. Champaign, Human Kinetics, 2016. 344 p. DOI: 10.5040/9781492595472
7. Andersen V., Steiro Fimland M., Knutson Kolnes M. et al. Electromyographic Comparison of Squats Using Constant or Variable Resistance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2016, vol. 30, pp. 3456–3463. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001451
8. Behm D., Colado J.C. Instability Resistance Training Across the Exercise Continuum. *Sports Health*, 2013, vol. 5, pp. 500–503. DOI: 10.1177/1941738113477815
9. Behm D., Colado J.C. The Effectiveness of Resistance Training Using Unstable Surfaces and Devices for Rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2012, vol. 7, no.2, pp. 226–241.

10. Chen H., Chun Y., Chen Y. et al. Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2017, vol. 65, no. 4, pp. 827–832. DOI: 10.1111/jgs.14722
11. Chen K., Kuo C., Chang Y. et al. Resistance Band Exercises Reduce Depression and Behavioral Problems of Wheelchair-Bound Older Adults with Dementia: a Cluster-Randomized Controlled Trial. *Journal of the American Geriatrics Society*, 2017, vol. 65, pp. 356–363. DOI: 10.1111/jgs.14526
12. Chodzko-Zajko W., Proctor D.N., Fiatarone Singh M.A. et al. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and Physical Activity for Older Adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009, vol. 41, no. 7, pp. 1510–1530. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c
13. Jakobsen M.D., Sundstrup E., Andersen C.H. et al. Muscle Activity During Knee-Extension Strengthening Exercise Performed with Elastic Tubing and Isotonic Resistance. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2012, vol. 7, no. 6, pp. 606–616.
14. Jakobsen M.D., Sundstrup E., Andersen C.H. et al. Effectiveness of Hamstring Knee Rehabilitation Exercise Performed in Training Machine vs. Elastic Resistance: Electromyography Evaluation Study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2014, vol. 93, pp. 320–327. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000043
15. Kristensen J., Franklyn-Miller A. Resistance Training in Musculoskeletal Rehabilitation: a Systematic Review. *British Journal of Sports Medicine*, 2011, vol. 46, pp. 719–726. DOI: 10.1136/bjism.2010.079376
16. Marshall R.N., Smeuninx B., Morgan P.T., Breen L. Nutritional Strategies to Offset Disuse-Induced Skeletal Muscle Atrophy and Anabolic Resistance in Older Adults: from Whole-Foods to Isolated Ingredients. *Nutrients*, 2020, vol. 12. DOI: 10.3390/nu12051533
17. Smith J.A., Albishi A., Babikian S. et al. The Motor Cortical Representation of a Muscle is not Homogeneous in Brain Connectivity. *Experimental Brain Research*, 2017, vol. 235, pp. 2767–2776. DOI: 10.1007/s00221-017-5011-7
18. Stark-Inbar A., Dayan E. Preferential Encoding of Movement Amplitude and Speed in the Primary Motor Cortex and Cerebellum. *Human Brain Mapping*, 2017, vol. 38. DOI: 10.1002/hbm.23802
19. Treiber F.A., Lott J., Duncan J. et al. Effects of Theraband and Lightweight Dumbbell Training on Shoulder Rotation Torque and Serve Performance in College Tennis Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 1998, vol. 26, pp. 510–515. DOI: 10.1177/03635465980260040601
20. Williams M.A., Haskell W.L., Ades P.A. et al. Resistance Exercise in Individuals with and without Cardiovascular Disease: 2007 Update: a Scientific Statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*, 2007, vol. 116, no. 5, pp. 572–584. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.107.185214

Информация об авторах

Семёнова Галина Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории физической культуры института физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Григорьев Петр Алексеевич, аспирант кафедры теории физической культуры института физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Еркомайшвили Ирина Васильевна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры теории физической культуры института физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Лебедихина Татьяна Михайловна, доцент кафедры физической культуры института физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Добрынин Игорь Михайлович, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физической культуры института физической культуры, спорта и молодежной политики, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия.

Information about the authors

Galina I. Semenova, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory of Physical Education, Institute of Physical Education, Sports and Youth Policy, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Peter A. Grigoriev, postgraduate student, Department of Theory of Physical Education, Institute of Physical Education, Sports and Youth Policy, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Irina V. Erkomaishvili, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory of Physical Education, Institute of Physical Education, Sports and Youth Policy, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Tatiana M. Lebedikhina, Associate Professor of the Department of Physical Education, Institute of Physical Education, Sports and Youth Policy, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Igor M. Dobrynin, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Education, Institute of Physical Education, Sports and Youth Policy, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia.

Статья поступила в редакцию 10.09.2022

The article was submitted 10.09.2022