

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АСИММЕТРИЧНОЙ ГАНТЕЛИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Доктор педагогических наук, профессор А. В. Самсонова,
кандидат педагогических наук, профессор Л. Л. Ципин,
кандидат педагогических наук, доцент Ф. Е. Захаров,
Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья имени
П. Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург.
Инженер М. А. Бурыкин,
ОАО «Кировский завод», г. Санкт-Петербург.
Контактная информация для переписки: 190121, г. Санкт-Петербург, ул. Декабристов, 35,
spb_biomechanics@rambler.ru

Статья посвящена сравнению электрической активности мышц верхнего плечевого пояса спортсменов разных специализаций при использовании симметричной и асимметричной гантелей. Обнаружено, что в большинстве случаев максимальная амплитуда электромиограмм и связанные с ней мышечные усилия достоверно различаются. Это дает возможность повысить избирательность воздействия на мышцы спортсменов при выполнении силовых упражнений с гантелями.

Ключевые слова: гантели; электромиография; сила мышц; избирательность упражнений.

Введение. В настоящее время в атлетизме (тяжелой атлетике, пауэрлифтинге, бодибилдинге, гиревом спорте) для развития силовых способностей используются упражнения как со свободными весами (штангой, гантелями), так и на тренажерах [1, 3, 9, 12, 13]. Также эти средства развития силовых способностей применяются в фитнесе, оздоровительной гимнастике и аэробике [4, 5, 6, 18]. В отличие от штанги и силовых тренажеров, гантели являются универсальным средством, которое можно использовать как в специализированных залах, так и дома. С этим связано их широкое распространение среди занимающихся физической культурой и спортом в России.

Силовые упражнения с использованием гантелей активно изучаются, чаще всего, в плане сравнения с аналогичными упражнениями, выполняемыми со штангой. Кроме того, изучается электрическая активность мышц при выполнении силовых упражнений с гантелями [14, 15].



Традиционно для развития силовых способностей используются симметричные относительно центра тяжести (ЦТ) гантели, несмотря на то что их конструкция благодаря использованию различных разновесов позволяет смещать ЦТ гантели в разные стороны. Однако во всех осуществленных исследованиях рассматривались силовые упражнения только с симметричными (обычными) гантелями. Вместе с тем известно, что разработаны опытные образцы асимметричных гантелей с соотношением грузов 1,2-4,5, которые находят практическое применение [8]. В частности, такие гантели используются при подготовке квалифицированных бодибилдеров в спортивном клубе «Святогор» (Санкт-Петербург). При этом подробное изучение влияния асимметричного расположения грузов относительно ЦТ гантели на активность мышц верхнего плечевого пояса не проводилось.

Целью настоящего исследования являлось изучение отличий в электрической активности мышц верхнего плечевого пояса спортсменов при использовании симметричной и асимметричной гантелей.

Методика. Экспериментальная асимметричная гантель имела неразборную конструкцию с грузами цилиндрической формы. Вес гантели - 8 кг, длина рукоятки - 120 мм, диаметр рукоятки - 28 мм, длина большего груза - 72 мм, длина меньшего груза - 30 мм, диаметр грузов - 110 мм. ЦТ гантели смещен в сторону большего груза на 21,5 мм, то есть на 19% от центра гантели. Для сравнения использовалась обычная симметричная гантель весом также 8 кг с грузами шаровой формы.

Теория и методика спортивной тренировки

С гантелями выполнялись следующие упражнения: 1 - сгибание и разгибание предплечья, 2 - выпрямление руки в локте вверх (французский жим), 3 - пронация и супинация предплечья согнутой под прямым углом в локте руки. Упражнения выполнялись в положении стоя по шесть повторений каждое. При использовании асимметричной гантели упражнения выполнялись в двух вариантах: А1 - положение гантели, в котором ее ЦТ смещен в сторону мизинца; А2 - ЦТ смещен в сторону большого пальца. В третьем упражнении в варианте А1 гантель удерживалась в исходном положении вертикально, а в варианте А2 - горизонтально. Темп выполнения упражнений выбирался произвольно.

Регистрация электрической активности мышц верхних конечностей спортсменов осуществлялась посредством 8-канального аппаратно-программного комплекса «Миотон» (ОКБ «РИТМ», г. Таганрог, Россия). Применялись накожные кнопочные биполярные отводящие электроды REFF3010 размером 41x21 мм (Италия). Электроды устанавливались в местах локализации двигательных точек мышц вдоль мышечных волокон. Заземляющий электрод устанавливался на внутренней поверхности голени правой ноги. Регистрация и обработка огибающих электромиограмм (ЭМГ) осуществлялись с помощью программного обеспечения StabMed2.

При сгибании и разгибании, а также пронации и супинации предплечья изучалась электриче-

ская активность мышц, несущих основную нагрузку: короткой головки двуглавой мышцы плеча (m. bicepsbrachiiicaputbreve (BB)) и длинной головки двуглавой мышцы плеча (m. bicepsbrachiiicaputlongum (BL)); при французском жиме - медиальной головки трехглавой мышцы плеча (m. tricepsbrachiiicaputmedialis (TM)) и латеральной головки трехглавой мышцы плеча (m. tricepsbrachiiicaputlateralis 0"L).

Кроме регистрации электрической активности мышц, фиксировались субъективные ощущения спортсменов при выполнении упражнений с разными гантелями и различными вариантами их положения.

В исследовании участвовали 10 спортсменов разных специализаций: 4 борца вольного стиля, самбо и тхэквондо, 1 боксер, 3 футболиста, 2 игрока в американский футбол. Квалификация спортсменов: кандидаты в мастера и мастера спорта, возраст 19,7±0,8 года, вес 81,2±5,2 кг, рост 177±2,1 см. Все спортсмены были правшами.

Статистическая обработка экспериментальных данных осуществлялась с использованием пакета STATGRAPHICS PlusforWindows в три этапа. На первом этапе рассчитывались числовые характеристики выборки для 10 испытуемых на основе 6 повторений упражнения. На втором этапе с использованием полученных средних данных создавался общий файл для 10 участников эксперимента. На третьем этапе

Таблица

Характеристики электрической активности мышц при выполнении упражнений с асимметричной и симметричной гантелями (n=10)

| характеристики электрической активности | Мышцы | M±m | | | Достоверность различий вариантов | |
|--|-------|----------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|----------|
| | | варианты положения гантели | | | А1 и S | А2 и S |
| | | А1 | А2 | S | | |
| Упражнение 1: сгибание и разгибание предплечья | | | | | | |
| Максимальная амплитуда ЭМГ, мВ | BS | 1,96±0,20 | 1,54±0,20 | 1,76±0,20 | p<0,05* | p<0,05** |
| | BL | 1,90±0,20 | 1,47±0,16 | 1,70±0,20 | p>0,05** | p<0,05* |
| Суммарная ЭМГ, мВ·с | BS | 1,75±0,20 | 1,22±0,15 | 1,37±0,17 | p<0,05** | p>0,05** |
| | BL | 1,63±0,20 | 1,13±0,14 | 1,31±0,17 | p<0,05* | p>0,05* |
| Длительность цикла, с | BS | 1,72±0,08 | 1,71±0,05 | 1,61±0,05 | p>0,05* | p<0,05** |
| | BL | 1,73±0,09 | 1,67±0,05 | 1,60±0,06 | p>0,05** | p>0,05** |
| Упражнение 2: французский жим | | | | | | |
| Максимальная амплитуда ЭМГ, мВ | TM | 0,88±0,15 | 0,91±0,06 | 0,73±0,14 | p<0,01* | p<0,01* |
| | TL | 1,38±0,17 | 1,35±0,16 | 1,25±0,15 | p<0,05* | p<0,05** |
| Суммарная ЭМГ, мВ·с | TM | 0,57±0,11 | 0,60±0,12 | 0,47±0,09 | p<0,05* | p<0,05** |
| | TL | 1,17±0,17 | 1,16±0,19 | 1,14±0,20 | p>0,05** | p>0,05** |
| Длительность цикла, с | TM | 1,52±0,09 | 1,45±0,08 | 1,48±0,07 | p>0,05** | p>0,05* |
| | TL | 1,63±0,08 | 1,57±0,07 | 1,69±0,17 | p>0,05** | p>0,05** |
| Упражнение 3: пронация и супинация предплечья | | | | | | |
| Максимальная амплитуда ЭМГ, мВ | BS | 1,52±0,2 | 0,73±0,10 | 0,93±0,11 | p<0,05* | p<0,05* |
| | | 1,49±0,17 | 0,71±0,09 | 0,92±0,12 | p<0,01* | p<0,05** |

Примечание: А1 - асимметричная гантель с большим грузом со стороны мизинца, А2 - асимметричная гантель с большим грузом со стороны большого пальца, S - симметричная (обычная) гантель; BS - двуглавая м. плеча, короткая головка, BL - двуглавая м. плеча, длинная головка; TM - трехглавая м. плеча, медиальная головка; TL - трехглавая м. плеча, латеральная головка; * - проверка статистических гипотез по t-критерию Стьюдента; ** - проверка статистических гипотез по W-критерию Вилкоксона.

Теория и методика спортивной тренировки

производилась проверка статистических гипотез о различии средних арифметических или медиан с помощью t-критерия Стьюдента для связанных выборок и критерия знаковых рангов Вилкоксона (W). Выбор критерия проверки статистических гипотез основывался на оценке распределения экспериментальных данных, которая осуществлялась посредством графика NormalProbabilityPlot.

Результаты и их обсуждение. Сравнение характеристик электрической активности мышц верхней конечности при использовании асимметричной и обычной гантелей представлено в таблице. Анализировались максимальная амплитуда ЭМГ, суммарная ЭМГ и длительность активности в цикле движения. Максимальная амплитуда ЭМГ с достаточной точностью характеризует развиваемое мышцей усилие. Хотя при динамическом характере проявления силы мышц, которое имеет место при естественных спортивных движениях, ее зависимость от показателей ЭМГ чаще всего является нелинейной [10, 16, 17, 19], оценка усилий мышц на основе анализа их электрической активности, в частности максимальной амплитуды ЭМГ, при соблюдении необходимых условий проведения эксперимента с успехом используется в спортивно-педагогических исследованиях [2, 7, 11, 20].

Суммарная ЭМГ является интегральной характеристикой, которая обусловлена как развиваемым усилием, так и длительностью активности мышцы в цикле движения. При выполнении третьего упражнения - пронации и супинации предплечья - двуглавая мышца плеча проявляет постоянную активность при удержании предплечья в согнутом положении, и по этой причине четко выделить временные интервалы отдельных циклов движения и, соответственно, значения суммар-

ной ЭМГ не представляется возможным. В этом случае регистрировалась только максимальная амплитуда ЭМГ.

Как следует из таблицы, при выполнении первого упражнения - сгибания и разгибания предплечья - максимальная амплитуда ЭМГ, следовательно, и развиваемое усилие короткой головки двуглавой мышцы плеча при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны мизинца достоверно выше, чем при использовании обычной гантели. Превышение составляет 11%. При положении большого груза со стороны большого пальца максимальная амплитуда ЭМГ, наоборот, достоверно ниже на 13%. Типичные ЭМГ короткой головки двуглавой мышцы плеча одного из испытуемых при выполнении сгибания и разгибания предплечья показаны на рисунке (сверху). Для длинной головки двуглавой мышцы плеча наблюдается та же тенденция, хотя при положении большого груза со стороны мизинца различия недостоверны. Длительность цикла при использовании асимметричной и обычной гантелей мало отличается (различия недостоверны за исключением активности короткой головки двуглавой мышцы плеча при положении большого груза со стороны большого пальца). В связи с этим и значения суммарной ЭМГ достоверно различаются только в двух случаях при использовании гантели с большим грузом со стороны мизинца. По субъективным ощущениям для большинства испытуемых наиболее трудным оказалось выполнение упражнения при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны мизинца.

При выполнении второго упражнения - французского жима - максимальная амплитуда ЭМГ и, соответственно, развиваемое усилие обеих исследуемых

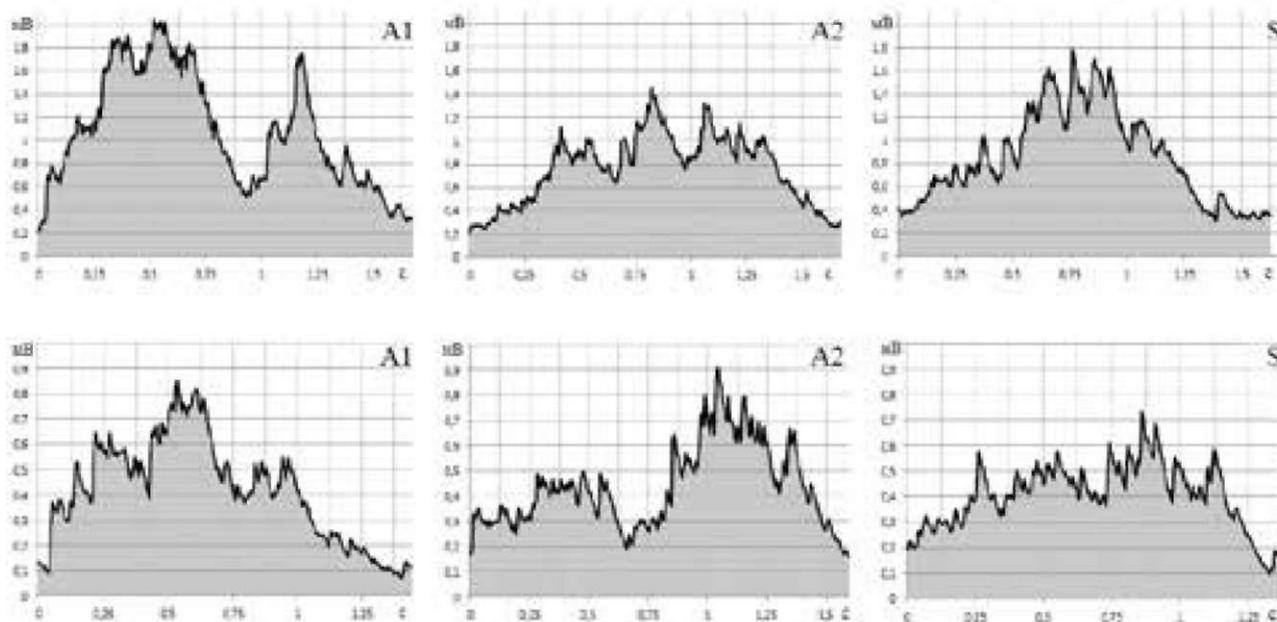


Рисунок. ЭМГ короткой головки двуглавой мышцы плеча при выполнении сгибания и разгибания предплечья (сверху) и медиальной головки трехглавой мышцы плеча при выполнении французского жима (снизу): А1 - асимметричная гантель с большим грузом со стороны мизинца, А2 - асимметричная гантель с большим грузом со стороны большого пальца, S - симметричная гантель.

Теория и методика спортивной тренировки

головок трехглавой мышцы плеча при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны мизинца, как и в предыдущем случае, достоверно выше, чем при использовании обычной гантели. Превышение составляет для медиальной и латеральной головок 21 и 10%. Однако, в отличие от предыдущего упражнения, при положении большого груза со стороны большого пальца максимальная амплитуда ЭМГ не ниже, а достоверно выше, чем при использовании обычной гантели. Превышение составляет для двух головок мышцы соответственно 25 и 8%. Типичные ЭМГ медиальной головки трехглавой мышцы плеча одного из испытуемых при выполнении французского жима показаны на рисунке (снизу). Длительность цикла при использовании асимметричной и обычной гантелей достоверно не отличается. В отношении суммарной ЭМГ, зависящей от длительности цикла, наблюдается достоверное различие только для медиальной головки трехглавой мышцы плеча. По субъективным ощущениям для большинства испытуемых наиболее трудным оказалось выполнение упражнения при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны большого пальца.

При выполнении третьего упражнения - пронации и супинации предплечья - максимальная амплитуда ЭМГ обеих головок двуглавой мышцы плеча достоверно различается при использовании асимметричной и обычной гантелей. Как и при выполнении первого упражнения, максимальная амплитуда ЭМГ при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны мизинца выше, чем при использовании обычной гантели. Превышение составляет для короткой и длинной головок мышцы соответственно 63 и 62%. При положении большого груза со стороны большого пальца максимальная амплитуда ЭМГ ниже для обеих головок на 22%. По субъективным ощущениям для большинства испытуемых наиболее трудным оказалось выполнение упражнения при использовании асимметричной гантели с большим грузом со стороны мизинца.

Заключение. Анализ электрической активности мышц верхнего плечевого пояса, позволяющий косвенно оценить развиваемые мышечные усилия спортсменов разных специализаций при выполнении упражнений с асимметричной и обычной гантелями, показал, что в большинстве случаев усилия достоверно различаются. Характер различий зависит от варианта использования асимметричной гантели: с большим грузом со стороны мизинца или со стороны большого пальца кисти. Длительность цикла движения в большинстве случаев достоверно не различается, что свидетельствует о внешнем сходстве структуры движений при выполнении упражнений. Установленные закономерности дают возможность избирательно воздействовать на мышцы спортсменов при выполнении упражнений с различными видами гантелей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Виноградов, Г. П. Атлетизм. Теория и методика тренировки: учебник для высших учебных заведений / Г. П. Виноградов. - М.: Советский спорт, 2009. - 328 с.
2. Городничев, Р. М. Спортивная электронейромиография / Р. М. Городничев. - Великие Луки: Изд-во Великолуцкой гос. акад. физ. культ., 2005. - 227 с.
3. Дворкин, Л. С. Тяжелая атлетика: учебник для вузов / Л. С. Дворкин. - М.: Советский спорт, 2005. - 600 с.
4. Делавье, Ф. Анатомия силовых упражнений для мужчин и женщин / Ф. Делавье. - М.: Рипол-классик, 2006. - 144 с.
5. Кузнецов, А. Ю. Анатомия фитнеса / А. Ю. Кузнецов. - Ростов на/Д.: Феникс, 2008. - 224 с.
6. Маноккиа, П. Анатомия упражнений / П. Маноккиа. - М.: Эксмо, 2009. - 192 с.
7. Пат. 2004272 Российская Федерация, МПК А 63 В 21/00, А 63 В 69/00. Способ подбора специальных упражнений в спорте / Л. Л. Ципин; заявитель и патентообладатель Гос. ин-т физ. культ. им. П. Ф. Лесгафта. - № 4879986/12(108025); заявл. 05.11.1990; опубл. Бюл. 1993, № 45-46.
8. Пат. 101638 Российская Федерация, МКИ А 63 В 11/02. Гантель / М. А. Бурькин, М. Н. Махнов, А. А. Суслов; патентообладатель М. Н. Махнов. - № 2010120865; заявл. 24.05.2010.
9. Пауэрлифтинг. От новичка до мастера / Б. И. Шейко [и др.]; под общ. ред. Б. В. Шейко. - М.: Медиа групп «Активформула», 2013. - 560 с.
10. Ройер, Тодд Д. Электромиография и мышечная сила: возможности метода / Тодд Д. Ройер // Спортивная медицина сегодня. - 2006. - № 2. - С. 40-43.
11. Ципин, Л. Л. Оценка динамической силы мышц спортсменов по показателям их электрической активности / Л. Л. Ципин, Ф. Е. Захаров // Культура физическая и здоровье. - 2013. - № 1. - С. 51-54.
12. Baechle, R. Resistance Training / R. Baechle, R.W. Earle, D. Wathen // Essentials of Strength training and conditioning. - NSCA, 2008. - P. 381-412.
13. Bradley, W.M. A Progressive resistance weight training program designed to improve the armor crewman's strength / W.M. Bradley // Thesis of MS. - Northeast Louisiana University, 1992. - 156 p.
14. Electromyographic Analysis of the Rotator Cuff and Deltoid Musculature During Common Shoulder External Rotation Exercises / M.M. Reinold [et al.] // Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. - 2004. - Vol. 34, No 7. - P. 385-394.
15. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program / J.B. Moseley [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. - 1992. - Vol. 20, No 2. - P. 128-134.
16. Lawrence, J.H. Myoelectric signal versus force relationship in different human muscles / J.H. Lawrence, C.J. De Luca // Journal of Applied Physiology. - 1983. - Vol. 54, No 6. - P. 1653-1659.
17. Relationship between EMG signals and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes / H. Onishi [et al.] // Journal of Electromyography and Kinesiology. - 2000. - Vol. 10, No 1. - P. 59-67.
18. Rutherford, M. Three Variations of Dumbbell Lunges / M. Rutherford // CrossFit Journal. - 2006. - No 50. - P. 1-2.
19. The EMG-force relationship of skeletal muscle dependence on contraction rate, and motor units control strategy / M. Solomonow [et al.] // Electromyography and Clinical Neurophysiology. - 1990. - Vol. 30, No 3. - P. 141-152.
20. Turker, H. Surface Electromyography in Sports and Exercise / H. Turker, H. Sozen // Electrodiagnosis in New Frontiers of Clinical Research. - Publisher: InTech, Chapters published, 2013. - P. 175-194.

FEATURES OF THE USE OF ASYMMETRIC DUMBBELLS WHEN PERFORMING STRENGTH EXERCISES

Doctor of pedagogical Sciences, Professor A. Samsonova,

candidate of pedagogical Sciences, Professor L. Tsipin,

candidate of pedagogical Sciences, associate Professor F. Zakharov.

National state University of physical culture, sports and health named P. F. Lesgaft, St. Petersburg,
engineer M. Burykin, JSC "Kirovskii zavod", St. Petersburg.

Contact information for correspondence: 190121, St.-Petersburg, street Decabristov, 35,
spb_biomechanics@rambler.ru

The subject of this article is the analysis of differences in shoulder girdle muscles' electrical activities of various disciplines sportsmen during exercises with symmetric and asymmetric dumbbells. It has been found, that in most cases the maximum amplitude of electromyograms and, consequently, the muscular effort, are significantly differ-

ent, which allows to increase impact selectivity of muscle-strengthening exercises with dumbbells on sportsmen muscles.

Key words: dumbbells, electromyography, muscle strength, selectivity of exercises.