

3. ТРЕНАЖЕРЫ И АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ В СПОРТЕ

УДК 615.847.8

СУММАРНАЯ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЯ КАК КРИТЕРИЙ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПЕРЕУТОМЛЕНИЯ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА ПЯТИБОРЦЕВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ

Борщ М.К., Хроменкова Е.В.

Республиканский научно-практический центр спорта, Минск, Беларусь

Добиться высокого результата в современном пятиборье можно за счет рационально построенного тренировочного процесса, который предполагает первые три стадии долговременных адаптационных реакций, не допустив четвертой стадии, которая характеризуется перенапряжением отдельных компонентов функциональной системы [1, 2].

Важным элементом долговременной адаптации является формирование в коре головного мозга экономичных и стабильных систем взаимосвязанной (синхронной и синфазной) активности, являющихся частью функциональных систем управления движениями и обладающих высокой помехоустойчивостью. У лиц, хорошо адаптированных к подобным нагрузкам, в отличие от неадаптированных, эти системы не разрушаются при действии различных сбивающих факторов (высокого психического и эмоционального напряжения, внешних помех, развития утомления). Разрушение корковых систем взаимосвязанной активности сопровождается нарушением внутрисистемной и межсистемной регуляции функций, ухудшением самочувствия, невозможностью поддерживать заданный темп движений, распадом внешней структуры двигательного навыка и быстрым отказом от работы. Долговременная адаптация к предельным нагрузкам связана не только с расширением функциональных возможностей коры большого мозга, но и с повышением способности к мобилизации функциональных резервов в условиях преодолеваемого утомления [3, 4].

Специальная работоспособность пятиборца во многом зависит от уровня силовой подготовленности. Сила сокращения скелетных мышц связывается как минимум с тремя группами физиологических факторов – центрально-нервными, организующими возбуждающие влияния на мотонейроны и регулируемыми взаимодействием мышц; периферическими, определяющими сократительные свойства и текущее функциональное состояние мышц; энергетическими, обеспечивающими механический эффект сокращения мышц.

Роль центрально-нервных факторов в проявлении силового напряжения выражается в регулировании частоты импульсации, степени синхронизации

возбуждающих влияний на мотонейроны, количества рекрутируемых двигательных единиц (ДЕ) (внутримышечная координация), а также в согласовании активности вовлекаемых в сокращение мышечных групп (межмышечная координация). Повышение мышечной силы определяется преимущественно развитием адаптационных изменений на уровне центральной нервной системы (ЦНС), приводящих к повышению способности моторных центров мобилизовать большее число мотонейронов и совершенствованию межмышечной координации [5]. Предполагается, что при тренировке происходит вовлечение в активность заторможенных ранее мотонейронов, что и увеличивает число моторных единиц, участвующих в сокращении мышцы.

Обзор научной литературы, касающейся методов применения и анализа электромиографии (ЭМГ), позволил найти прикладные аспекты приложения ее в спорте. Так, амплитудные характеристики суммарной ЭМГ могут быть использованы в оценке скоростно-силовых способностей спортсменов и динамике этих показателей в ходе тренировок; спектральные характеристики могут быть полезны для ранней диагностики мышечного утомления [6–8].

Целью исследования являлось изучение суммарной ЭМГ как критерия предупреждения переутомления скелетной мускулатуры пятиборцев в соревновательном периоде подготовки.

В исследованиях приняли участие 15 человек в возрасте от 16 до 29 лет, имеющие квалификацию КМС, МС, МСМК.

Оценка суммарной биоэлектрической активности мышц проводилась при помощи компьютеризированного комплекса «МБН-НЕЙРОМИОГРАФ» (НМВ-02) (Россия) в режиме максимального произвольного напряжения скелетной мускулатуры.

В регистрации поверхностной ЭМГ использовались монополярные кожные электроды площадью до 1 см². Активный электрод располагался над брюшком мышцы (в проекции двигательной зоны или двигательной точки мышцы), референтный – над сухожилием или костным выступом на расстоянии 2–3 см так, чтобы продольная ось электродов располагалась вдоль мышцы. Заземляющий электрод располагался дистальнее места исследования. Электроды фиксировались над мышцей при помощи лейкопластыря.

Произвольное напряжение проводили из среднефизиологического положения конечностей с расслабленными мышцами быстро, с максимальным усилием и удержанием в положении наибольшего проявления силы на достигнутом уровне 5–6 секунд. Перед началом произвольного напряжения инструктировали обследуемого о выполнении движения и проводили 1–2 пробных движения. Зарегистрированная ЭМГ состояла из 2 частей произвольного напряжения: изокинетической (в начале регистрации) и изометрической (при прекращении движения сегмента конечности в связи с выполнением полного объема движения).

Анализ суммарной электромиограммы проводили по показателям средней и максимальной амплитуды (мкВ), а также средней частоты (Гц). Статистическая обработка данных включала методы описательной статистики.

Результаты среднегрупповых значений параметров суммарной ЭМГ отдельных скелетных мышц пятиборцев представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Среднегрупповые параметры суммарной ЭМГ пятиборцев в соревновательном периоде подготовки (n=15)

Показатели ЭМГ	X±σ	X±σ
	m. deltoideus (справа)	m. deltoideus (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	931,40±344,49	910,49±223,81
Максимальная амплитуда, мкВ	7530,53±2190,53	7897,76±1566,46
Средняя частота, Гц	59,46±12,72	63,15±9,11
	m. trapezius (справа)	m. trapezius (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	1002,90±568,04	945,13±493,83
Максимальная амплитуда, мкВ	7411,18±2934,08	7411±3122,44
Средняя частота, Гц	54,92±14,58	50±11,32
	m. brachioradialis (справа)	m. brachioradialis (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	893,39±705,96	680,86±372,14
Максимальная амплитуда, мкВ	6457,71±2332,03	5676,46±2746,04
Средняя частота, Гц	46,92±7,82	55,23±10,09
	m. gastrocnemius (справа)	m. gastrocnemius (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	541,52±247,44	392,82±169,78
Максимальная амплитуда, мкВ	4802,04±1596,92	4158,93±1319,45
Средняя частота, Гц	74,91±25,46	76,33±24,51
	m. vastus lateralis (справа)	m. vastus lateralis (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	673,02±303,64	535,57±203,99
Максимальная амплитуда, мкВ	5339,72±1658,21	4882,80±2014,84
Средняя частота, Гц	60,38±15,80	60,84±8,52
	m. vastus medialis (справа)	m. vastus medialis (слева)
Средняя амплитуда, мкВ	679,06±193,88	600,94±176,82
Максимальная амплитуда, мкВ	5557,95±1802,52	4854,08±1461,81
Средняя частота, Гц	52,00±16,55	52,39±7,51

Оценивая ЭМГ, следует отметить, что в режиме максимального произвольного напряжения в соревновательном периоде подготовки у пятиборцев по всем исследуемым мышцам регистрировался 1 тип нормальной насыщенной ЭМГ (по Юсевич Ю.С.) [9]. При этом амплитудные и частотные характеристики ЭМГ соответствовали уровню нормальных значений.

Считается, что в режиме максимального произвольного напряжения у здоровых людей в норме регистрируется насыщенная ЭМГ амплитудой выше 300 мкВ. Активность менее 300 мкВ свидетельствует о недостаточном развитии мышц произвольного усилия [9].

При максимальном произвольном усилии активизируется большое количество ДЕ мышцы. Часть ДЕ работает в случайном режиме, другие – синхронно. В результате этого ЭМГ максимального произвольного усилия представляет собой результат алгебраического суммирования потенциала действия (ПД) огромного количества ДЕ и не позволяет в нормальных условиях выделить ПД отдельных ДЕ. Амплитуда интерференционной ЭМГ используется для оценки величины усилия, развиваемого мышцей. Помимо амплитуды, изучается микроструктура ЭМГ, т.е. число колебаний ЭМГ, пересекающих нулевую линию. В норме эта величина равна 40–60 колебаний в секунду.

По данным большинства исследователей между суммарной ЭМГ и силой, образуемой мышцами, отмечается тесная взаимосвязь [8, 10]. Изменения средней частоты коррелируют со скоростью проведения возбуждения в мышечных волокнах и свидетельствуют о мышечном утомлении. Снижение частоты, соответствующей медиане спектра мощности, в процессе работы рассматривается также как показатель утомления мышцы [6].

Наиболее высокие значения показателей средней и максимальной амплитуды нами зарегистрированы по мышцам пояса верхних конечностей (*m. deltoideus*, *m. trapezius*, *m. brachioradialis*). Это, прежде всего, связано со спецификой стрельбы, при которой закрепление руки в плечевом суставе осуществляется за счет статической работы дельтовидной, над- и подостной мышц, а также верхних пучков большой грудной мышцы. Чем дальше общий центр тяжести руки и пистолета находится от места плечевого сустава, тем большему моменту сил, стремящихся опустить руку, приходится противостоять мышцам. Кроме того, в работе по удержанию руки при вертикальном положении туловища значительная нагрузка приходится еще и на мышцы, закрепляющие лопатку (дельтовидную, трапецевидную и пр.).

Тонус мышц руки, удерживающей оружие при прицеливании, должен сохраняться без дополнительных волевых усилий. Самопроизвольное, без команды со стороны сознания, снижение тонуса должно быть исключено. Также должны быть исключены мышечные реакции на посторонние раздражители, возникающие при выстреле. Величина усилия, развиваемого кистью руки при удерживании оружия в положении изготовления, сравнительно невелика. Основные требования – постоянство усилия и обеспечение автономности работы указательного пальца.

Тот факт, что к соревновательному периоду у пятиборцев регистрировались высокие параметры средней и максимальной амплитуды при нормальных значениях частотных характеристик, свидетельствует о значительной активизации высокопороговых двигательных единиц мышц пояса верхних конечностей и возможности этих мышц проявлять значительные усилия. В целом, увеличение на ЭМГ числа высоких осцилляций сопровождается наиболее согласованным возбуждением мышечных волокон и указывает на улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

Анализ ЭМГ мышц пояса нижних конечностей (*m. gastrocnemius*, *m. vastus lateralis*, *m. vastus medialis*) указывает на преимущественную активизацию низкопороговых двигательных единиц, так как амплитудные характеристики имеют умеренные значения. Поэтому эти мышцы способны проявлять необходимую в пятиборье выносливость.

Следует отметить, что рационально построенная тренировка приводит к возрастанию функциональных возможностей органов и систем организма за счет совершенствования всего комплекса механизмов, ответственных за адаптацию. Применение чрезмерных нагрузок, превышающих индивидуальные адаптационные возможности человека, требующих чрезмерной мобилизации структурных и функциональных ресурсов органов и систем организма, в результате приводит к дезадаптации, проявляющейся в истощении и изнашивании функциональных систем, несущих основную нагрузку.

Таким образом, можно сделать следующий вывод, что своевременная информация о потенциальных возможностях нервно-мышечного аппарата (по данным суммарной ЭМГ) позволит оценить способность спортсменов выполнять тренировочные и соревновательные нагрузки в современном пятиборье, а также предупредить срыв адаптационных процессов и не допустить переутомления к ответственным стартам.

1. Меерсон, Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 10–76.

2. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – М: Советский спорт, 2005. – 820 с.

3. Сологуб, Е.Б. Центральные механизмы адаптации к предельным физическим нагрузкам / Е.Б. Сологуб // Физиологические проблемы адаптации. – Тарту: Минвуз СССР, 1984. – С. 98–99.

4. Трёмбач, А.Б. Физиологические механизмы формирования и регуляции двигательного навыка у человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А.Б. Трёмбач – СПб., 1991. – 36 с.

5. Верхошанский, Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсмена. / Ю.В. Верхошанский. – М.: ФиС, 1986. – 331 с.

6. Шафранова, Е.И. Методы обработки биоэлектрической активности мышц / Е.И. Шафранова // Теория и практика физической культуры. – 1993. – № 2. – С. 43–44.

7. Davies, C.T.M. Adaptation of mechanical properties of muscle to high force training in man / C.T.M. Davies, P. Dooley, M.J.N. McDonagh // Journal of Physiology. – London, 1985. – Vol. 365. – P. 277–284.

8. Fuglevand, A.J. Models of recruitment and rate coding organization in motorunit pools / A.J. Fuglevand, D.A. Winter, A.E. Patla // Journal of Neurophysiology. – 1993. – Vol. 70. – P. 2470–2488.

9. Команцев, В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. – СПб., 2001. – 349 с.

10. Bigland-Ritchie, B. EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions / B. Bigland-Ritchie: In D.I. Miller (Ed) // Exercise and sport sciences reviews. – Philadelphia: Franklin Institute, 1981. – Vol. 9. – P. 75–117.

УДК 796: 615.824

НОВЫЕ АСПЕКТЫ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРАЦИОННОГО МАССАЖА В СПОРТЕ

Гунина Л.М., д-р биол. наук, старший научный сотрудник,
Винничук Ю.Д., канд. биол. наук

*Научно-исследовательский институт Национального университета
физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина*

При многолетних занятиях спортом большое значение приобретает решение проблемы адаптации организма спортсмена к прогрессирующему действию многократно используемых вариантов физической нагрузки [7]. Чем выше квалификационный уровень спортсмена, тем ближе к границе биологических возможностей функциональное состояние его организма и тем сложнее ждать адекватного эффекта от применения вариантов повторяющихся тренировочных нагрузок, а интенсификация нагрузки часто приводит к переутомлению и развитию заболеваний [2, 3]. При неблагоприятном течении процесса адаптации возможно появление признаков адаптогенной патологии, при которых, вследствие срыва адаптационных механизмов, могут наблюдаться различной степени нарушения гомеостатического баланса и даже дегградация тканей, что приводит к ухудшению результатов соревновательной деятельности [7]. Такие явления способствуют преждевременному уходу из спорта талантливых атлетов, и поэтому возникает необходимость в применении инновационных методов оптимизации биологической структуры и функционирования организма с целью повышения работоспособности и, одновременно, снижения риска профессиональных заболеваний. По сути, речь идет о внутренировочных средствах.

Предупреждение возникновения состояния перетренированности и обеспечение стимуляции общей и специальной работоспособности при значительных физических нагрузках с помощью внутренировочных средств постепенно становятся важными компонентами поддержания здоровья и качества жизни спортсменов.

Преодоление трудностей, обусловленных поисками оптимального режима тренировочных нагрузок в отдельных занятиях и микроциклах, создание адекватных условий для протекания восстановительных и специальных адаптационных процессов может осуществляться в двух