

представителей эуропластического типа – 14,9 % и атлетического типа – 30,1 %, а также мезопластического – 6,0 %.

#### *Выводы.*

Таким образом, у женщин и мужчин в процессе жизнедеятельности формируются определенные соматические типы.

Доминирующие позиции в возрастной группе от 22 до 35 лет занимают мужчины торокально-мышечного типа с острым или прямым эпигастральным углом и средним уровнем развития мускулатуры и жировотложения. В другой же возрастной группе от 36 до 60 лет преобладают представители мышечно-торокального типа с острым или прямым углом с хорошим тонусом мышц и средним жировотложением. Наименьшее количество мужчин в первой возрастной группе представлены дигестивным типом – это люди с повышенным жировотложением и тупым эпигастральным углом, а во второй группе наименьший процент принадлежит мышечному типу среднесложенных типов конституции.

Анализируя данные можно сделать вывод, что у женщин в возрастной группе от 20 до 35 лет наиболее распространен стенопластический и субатлетический тип телосложения, что свидетельствует о достаточно хорошей физической форме данной категории. Это люди со средним уровнем жировотложения и тонусом мышц с преобладанием острого или прямого эпигастрального угла грудной клетки. Во второй возрастной категории от 36 до 55 лет доминирует эуропластический (крупный) тип телосложения свидетельствует о том, что женщины данного возраста имеют тупой или прямой эпигастральный угол, хорошо развитую мускулатуру и повышенное жировотложение.

#### *Список использованных источников*

1. Губа, В.П. Морфобиомеханические исследования в спорте. – М.: СпортАкадемПресс, 2000. – 120 с.
2. Туманян, Г.С. Телосложение и спорт / Г.С. Туманян, Э.Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и спорт, 1976. – 239 с.
3. Дорохов, Р.Н. Спортивная морфология: учебное пособие для высших и средних специальных заведений физической культуры / Р.Н. Дорохов, В.П. Губа. – М.: СпортАкадемПресс, 2002. – 236 с.
4. Спортивная морфология [Текст]: учеб. пособие / Г.Д. Алексанянц [и др.]. – М.: Советский спорт, 2005. – 92 с.
5. Мартиросов, Э.Г., Методы исследования в спортивной антропометрии / Э.Г. Мартиросов. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 199 с.

11.05.2012

УДК 796.093.645.1

### **СУММАРНАЯ ЭМГ КАК КРИТЕРИЙ ДОЛГОСРОЧНОЙ АДАПТАЦИИ СКЕЛЕТНОЙ МУСКУЛАТУРЫ ПЯТИБОРЦЕВ В СОРЕВНОВАТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОДГОТОВКИ**

**Борщ М.К., Хроменкова Е.В., Асташова А.Ю.,**  
НИИ физической культуры и спорта республики Беларусь

#### *Аннотация.*

*В статье раскрыты вопросы анализа суммарной ЭМГ как критерия долгосрочной адаптации скелетной мускулатуры пятиборцев в соревновательном периоде подготовки. Это обусловлено тем, что добиться высокого результата 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.

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 так же предупредить срыв адаптационных процессов и не допустить переутомления.

## **CUMULATIVE EMG, AS A CRITERION OF LONG-TERM ADAPTATION OF SKELETAL MUSCLES OF PENTATHLETES IN THE COMPETITIVE TRAINING PERIOD**

*Abstract.*

*The article discloses a survey of cumulative EMG of long-term adaptation of skeletal muscles of pentathletes in the competitive training period. This is conditioned by the fact that the best performance can be achieved through an efficient training process composition that involves the first three stages of long-term adaptive responses, avoiding the fourth stage that is characterized by overstrain of separate components of the functional system.*

*Well-timed information on the potential of the neuromuscular system (according to the cumulative EMG) will enable to assess the ability of athletes to comply with training- and competition loads in today's pentathlon, as well as to prevent failures in adaptation processes and avoid overstrain.*

*Введение.*

Современное пятиборье является одним из самых многогранных видов многоборий, так как объединяет виды спорта, предъявляющие комплексные требования к структуре и уровню подготовленности спортсмена.

Положение вещей усложнилось с введением некоторых изменений в программу соревнований в 2008 году: с целью увеличения зрелищности было предложено объединить бег и стрельбу в один комбинированный вид. Спортсмен пробегает три километровых отрезка, разделенных тремя огневыми рубежами. Результат, таким образом, зависит не только от скорости на дистанции, но и от способности спортсмена сохранить точность стрельбы на фоне накапливающегося утомления.

Добиться высокого результата 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 [3, 4].

Важным элементом долговременной адаптации является формирование в коре большого 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 боль-

шого мозга, но и с повышением способности к мобилизации функциональных резервов в условиях преодолеваемого утомления [5, 6].

Специальная работоспособность пятиборца во многом зависит от уровня силовой подготовленности. Увеличение силы основных мышечных групп создает благоприятные условия для развития скоростно-силовых способностей, выносливости, статического равновесия [1]. Следуя общепринятой трактовке силы как способности преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему за счет мышечных усилий, необходимо констатировать, что силовые способности, непосредственно проявляющиеся в величине рабочего (двигательного) усилия, обеспечиваются целостной реакцией организма, связанной с мобилизацией различных физиологических систем.

Сила сокращения скелетных мышц связывается как минимум с тремя группами физиологических факторов – центрально-нервными, организующими возбуждающие влияния на мотонейроны и регулирующие взаимодействие 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 так же 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 [1, 9]. 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 ЭМГ, позволил найти прикладные аспекты приложения электромиографии в спорте. Так, амплитудные характеристики суммарной ЭМГ могут быть использованы в оценке скоростно-силовых способностей спортсменов и динамике изменений этих показателей в ходе тренировок; спектральные характеристики могут быть полезны для ранней диагностики мышечного утомления [7, 9–11].

*Целью исследования* являлось изучение суммарной ЭМГ как критерия долгосрочной адаптации скелетной мускулатуры пятиборцев в соревновательном периоде подготовки.

*Организация и методы исследования.*

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

Оценка суммарной биоэлектрической активности мышц проводилась при помощи компьютеризированного комплекса «МБН-НЕЙРОМИОГРАФ» (НМВ-О2) (Россия) в режиме максимального произвольного напряжения скелетной мускулатуры.

Регистрация сигнала проводилась при асинхронном способе записи, последовательно – линия за линией, при коммутации линий к произвольному каналу.

Методика регистрации интерференционной (суммарной) поверхностной ЭМГ включает установку параметров регистрации электромиографа, использование специальных электродов, выбор мышц и режима регистрации.

Для установки параметров регистрации фильтр низких частот устанавливался на 10 кГц, фильтр высоких частот устанавливался для режима произвольного напряжения мышц – 2 Гц. Скорость развертки экрана устанавливалась на 200 мс/дел, что составляет стандартную скорость – 50 мм/с. В регистрации поверхностной ЭМГ использовались монополярные накожные электроды площадью до 1 см<sup>2</sup>. 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 амплитудным характеристикам и частоте.

Статистическая обработка данных включала методы описательной статистики.

*Результаты исследования и их обсуждение.*

Результаты среднегрупповых значений параметров суммарной ЭМГ отдельных скелетных мышц пятиборцев представлены в таблице 1. Анализировали показатели средней и максимальной амплитуды (мкВ) а так же средней частоты (Гц).

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

Показатели ЭМГ	X±σ	X±σ
	<b>m. deltoideus</b> (справа)	<b>m. deltoideus</b> (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
	<b>m. trapezius</b> (справа)	<b>m. trapezius</b> (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
	<b>m. brachioradialis</b> (справа)	<b>m. brachioradialis</b> (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
	<b>m. gastrocnemius</b> (справа)	<b>m. gastrocnemius</b> (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
	<b>m. vastus lateralis</b> (справа)	<b>m. vastus lateralis</b> (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
	<b>m. vastus medialis</b> (справа)	<b>m. vastus medialis</b> (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±16,55	52,385±7,51

Оценивая визуально кривую 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.) (рисунок 1) [2].



Рисунок 1 – Пример 1 типа нормальной насыщенной ЭМГ в режиме максимального произвольного напряжения

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. Между силой мышц и амплитудой ЭМГ максимального произвольного усилия имеется прямо пропорциональная зависимость [2].

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. Поэтому такая ЭМГ называется интерференционной или суммарной. Амплитуда интерференционной ЭМГ используется для оценки величины усилия, развиваемого мышцей. Исследование поверхностной ЭМГ позволяет ориентировочно оценить сократительную способность мышцы.

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 [11]. Снижение частоты, соответствующей медиане спектра мощности, в процессе работы рассматривается также как показатель утомления мышцы [7, 11].

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 так же 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, трапециевидную 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. Так же должны быть исключены мышечные реакции на посторонние раздражители, возникающие при выстреле.

Величина усилия, развиваемого кистью руки при удерживании оружия в положении изготовки, 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 переадаптации, проявляющейся в истощении и изнашивании функциональных систем, несущих основную нагрузку.

Чрезмерные нагрузки на скелетные мышцы могут привести к мышечным повреждениям, в результате чего снижается работоспособность, ухудшается протекание срочных и долговременных восстановительных и адаптационных реакций. В поврежденной мышечной ткани отмечается снижение запасов гликогена вследствие нарушения процессов его ресинтеза, нарушаются процессы белкового синтеза, снижается устойчивость к воздействию бактерий и вирусов, что повышает восприимчивость организма спортсменов к инфекциям [4, 5].

Чрезмерные, нерационально спланированные физические нагрузки могут стать причиной появления некроза в мышцах, что в обязательном порядке будет отражено на параметрах суммарной ЭМГ.

#### *Заключение.*

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 так же предупредить срыв адаптационных процессов и не допустить переутомления к ответственным стартам.

#### *Список использованных источников*

1. Верхошанский Ю.В. Основы специальной физической подготовки спортсмена / Ю.В. Верхошанский. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 331 с.
2. Команцев, В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии. Руководство для врачей / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. – СПб., 2001. – 349 с.: 151 ил.
3. Меерсон, Ф.З. Основные закономерности индивидуальной адаптации / Ф.З. Меерсон // Физиология адаптационных процессов. – М.: Наука, 1986. – С. 10–76.
4. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – М.: Советский спорт, 2005. – 820 с.

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

6. Трембач, А.Б. Физиологические механизмы формирования и регуляции двигательного навыка у человека: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.13 / А.Б. Трембач. – СПб., 1991. – 36 с.

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

8. Bigland-Ritchie, B. EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions / B. Bigland-Ritchie // Exercise and sport sciences reviews. – 1981. – Vol. 9. – Philadelphia: Franklin Institute. – P. 75–117.

9. 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. – S. 365, 277–284.

10. 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. – S. 2470–2488.

11. Lindstrom, L. Muscular fatigue and action potential conduction velocity of changes studied with frequency analysis of EMG signals / Lindstrom, R. Magnusson, J. Petersen // Electromyography. – 1970. – Vol. 10, № 1. – P. 341–356.

11.05.2012

УДК 796.31/32

## **ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ГАНДБОЛИСТОК**

**Гонестова В.К., канд. биол. наук, доцент,  
НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь**

*Аннотация.*

*В статье проанализирована годовая динамика параметров системного кровообращения гандболисток в возрасте от 14 до 33 лет.*

*Выявлена периодическая цикличность изменений хроно- и инотропной функций сердца, вегетативного статуса организма, рационального или напряженного функционирования сердечно-сосудистой системы гандболисток, обуславливающее повышенное внимание с целью оптимизации процесса подготовки спортсменок.*

## **AGE-DEPENDANT DYNAMICS OF BLOOD CIRCULATION SYSTEM INDICES OF FEMALE HANDBALL PLAYERS**

*Abstract.*

*The article surveys the per annum dynamics of blood circulation system indices in female handball players, aged 14 to 33 years. Revealed is a periodic cyclicity of changes in chrono-and inotropic functions of the heart, autonomic status of the body or stress functioning of cardiovascular system in female handball players, conditioning particular attention in order of in order to optimize the training process of athletes.*

*Введение.*

Игровые виды спорта все шире внедряются в мировое спортивное пространство, а возрастающая конкуренция предъявляет особые требования к совершенствованию технологии подготовки высококвалифицированных игроков.