

УДК 796.01:612

ББК 75.0

Б 67

**Чермит К.Д.**

*Доктор педагогических наук, доктор биологических наук, профессор, проректор по учебной работе Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-37-00, e-mail: Chermit@adygnet.ru*

**Заболотный А.Г.**

*Кандидат педагогических наук, доцент, зав. кафедрой физического воспитания, директор центра «Здоровье» Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-39-83, e-mail: Zabolotniy-to11@yandex.ru*

**Ельникова О.О.**

*Старший преподаватель кафедры физического воспитания Адыгейского государственного университета, Майкоп, тел. (8772) 59-39-83, e-mail: elnikova\_bastet@mail.ru*

**Сидоров В.И.**

*Кандидат педагогических наук, доцент кафедры спортивных дисциплин института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета, Майкоп, (8772) 59-39-70*

**Биоэлектрическая активность мышц в процессе реализации  
штрафного броска в баскетболе  
(Рецензирована)**

**Аннотация.** Методом интерференционной поверхностной электромиограммы изучена биоэлектрическая активность мануальных действий баскетболистов 17-18 лет в процессе реализации штрафного броска. Установлено, что 69% неудачных попыток связано с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц предплечья. Обнаружена нестабильность временных периодов активности мышечных групп в финальной части штрафного броска. Определены половые различия параметров биоэлектрической активности юношей и девушек.

**Ключевые слова:** электромиография, биоэлектрическая активность мышц, точность, штрафной бросок.

**Chermit K.D.**

*Doctor of Pedagogy, Doctor of Biology, Professor, Vice-Rector for Study, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-37-00, e-mail: Chermit@adygnet.ru*

**Zabolotniy A.G.**

*Candidate of Pedagogy, Associate Professor, Head of Physical Education Department, Director of the «Health» Centre, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-83, e-mail: Zabolotniy-to11@yandex.ru*

**Elnikova O.O.**

*Senior Lecturer of Physical Education Department, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-83, e-mail: elnikova\_bastet@mail.ru*

**Sidorov V.I.**

*Candidate of Pedagogy, Associate Professor of Sports Discipline Department of Institute of Physical Training and Judo, Adyghe State University, Maikop, ph. (8772) 59-39-70*

**Bioelectric activity of muscles in the course of realization  
of penalty shot in basketball**

**Abstract.** The method of the interferential superficial electromyogram was used to study the bioelectric activity of manual actions of basketball players aged 17-18 years in the course of realization of a penalty shot. It is established that 69% of unsuccessful attempts are connected with reduction of the maximum amplitude of signal realization of the forearm muscles electromyogram. Instability of the temporary periods of activity of muscular groups is found in final part of a penalty shot. Sexual distinctions of parameters of bioelectric activity of young men and girls are defined.

**Keywords:** electromyography, bioelectric activity of muscles, accuracy, penalty shot.

Разработка и совершенствование методики тренировки штрафного броска в баскетболе неразрывно связана с получением и использованием объективной информации

о физиологических процессах, происходящих в нервно-мышечном аппарате, механизмах управления движением. Объективным методом получения данной информации является электромиография, позволяющая изучать проявление интегрированной биоэлектрической активности целой мышцы, отражающей ее функциональное состояние и деятельность, форму сокращения отдельных двигательных единиц, их координацию во времени и степень синхронизации активности движений [1].

Запись поверхностной электромиограммы (ЭМГ) производилась с помощью многофункционального компьютерного комплекса «Нейро-Мвп». Обработка отведенных биопотенциалов позволяет получить интерференционную кривую, состоящую из активности большого количества двигательных единиц. Для регистрации ЭМГ использовались биполярные дисковые электроды с электродным расстоянием 2 см.

Выбор места расположения электродов был произведен на основе данных научных работ, где большое количество специалистов отмечают, что ключевое значение для точности бросков определяют сгибание кисти и разгибание в локтевом суставе [2-6]. Поэтому к группе мышц, определяющей точность бросков, следует отнести комплекс мышечных групп предплечья, реализующих движение кисти, и трехглавую мышцу плеча, работа которой осуществляет разгибание в локтевом суставе. С учетом данной позиции, а также визуального анализа техники выполнения штрафного броска электроды были установлены по направлению мышечных волокон на передней поверхности дельтовидной мышцы, на середине трехглавой мышцы плеча и на внутренней поверхности предплечья.

Выбор места расположения электродов осуществлялся с учетом необходимости обеспечить:

- 1) оценку биоэлектрической активности наибольшего количества двигательных единиц исследуемой мышечной группы;
- 2) отсутствие артефактов при записи ЭМГ;
- 3) отсутствие помех движению при выполнении двигательного задания.

Импеданс под электродами составлял от 4 до 8 кОм.

В исследовании принимали участие 15 юношей 17-18 лет (3 кандидата в мастера спорта и 12 перворазрядников) и 15 девушек 17-18 лет (9 перворазрядниц, 6 спортсменов второго разряда), занимающихся баскетболом в ДЮСШ города Майкопа и в Адыгейском государственном университете. В этом возрасте, по данным Б.Г. Маньшина (2011), техника освоения штрафного броска оказывается сформирована на программно-автоматическом уровне [7]. Результативность и точность бросков во многом обусловлены уровнем проявления к точной дифференциации основных характеристик движений (пространство, время, усилия) и, в частности, скорости дифференциации малых по величине мышечных усилий. В этой связи предполагалось, что регистрация биоэлектрической активности мышц способствует объективной оценке данных показателей [8].

Испытуемым предлагалось выполнить по 10 штрафных бросков подряд. Результативность каждого броска заносилась в регистрационный лист. В исследованиях А.С. Белова (1972), П.И. Донченко (1973), Р.С. Мозол (1975), В.И. Андреева (1988), С.С. Царукян (1991), Н.В. Сковородниковой (1999) было выявлено, что оптимальное время подголовки к штрафному броску составляет около 3 секунд [2, 5, 6, 9-11]. На это было обращено внимание испытуемых. Процедура тестирования была построена так, чтобы максимально устранить действие сбивающих факторов.

В данных условиях результативность бросков у юношей составила 85,6%, а у девушек – 72,5%.

Изучение биоэлектрической активности исследуемых мышечных групп позволяет заключить что, электромиограмма мышц предплечья как у юношей, так и у девушек представляет собой интерференционную кривую с залповидным всплеском биоэлек-

трической активности в момент реализации броска (рис. 1).

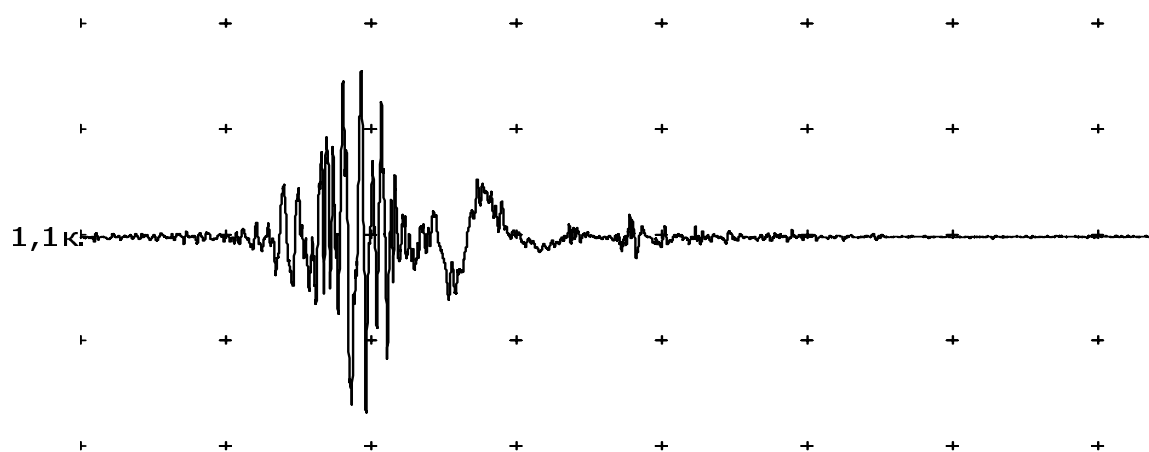


Рис. 1. Электромиограмма мышц предплечья в ходе выполнения штрафного броска (Комов С., 1 разряд)

Параметры максимальной амплитуды реализации сигнала и средней частоты реализации сигнала электромиограммы юношей и девушек в исходном положении достоверных отличий не имеют ( $P \leq 0,05$ ). Так среднее значение амплитуды реализации сигнала у юношей в исходном положении составляет  $95,3 \pm 15$  мВ, а средней частоты реализации сигнала –  $15,1 \pm 3,1$  раз в секунду. У девушек значение амплитуды реализации сигнала составляет  $102,2 \pm 21$  мВ, а средней частоты реализации сигнала –  $13,1 \pm 4,1$  раз в секунду.

В момент финальной части реализации броска значение максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы у юношей возрастает до  $2217 \pm 451$  мВ, а у девушек – до  $1292 \pm 246$  мВ, что достоверно ниже ( $P \leq 0,01$ ). Необходимо отметить, что проявление высокой частоты реализации сигнала характеризует высокую скорость сокращения вовлеченных в работу двигательных единиц, которая у юношей достоверно выше, чем у девушек.

Значение средней частоты реализации сигнала электромиограммы мышц предплечья по времени совпадает с проявлением максимальной амплитуды сигнала. Показатели средней частоты реализации сигнала у юношей и девушек достоверных различий не имеют и соответственно составляют  $304 \pm 94$  раз в секунду и  $295 \pm 84$  раз в секунду. Увеличение частоты реализации сигнала электромиограммы характеризует вовлечение в работу новых двигательных единиц, что характеризует величину проявляемой силы.

Таким образом, анализ биоэлектрической активности мышц предплечья, определяющих работу кисти в процессе реализации финальной части штрафного броска, позволяет установить, что при равном количестве вовлеченных в работу двигательных единиц их сокращение у юношей характеризуется достоверно более высокой скоростью, что подтверждается более высокими параметрами максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы, что необходимо учитывать при определении организационных содержательных и методических подходов совершенствования техники штрафного броска.

Электромиограмма мышц разгибателей локтевого сустава представляет собой интерференционную кривую, характеризующуюся двумя типами увеличения биоэлектрической активности. Первый тип характеризуется интенсивным увеличением биоэлектрической активности в финальной фазе штрафного броска (рис. 2).

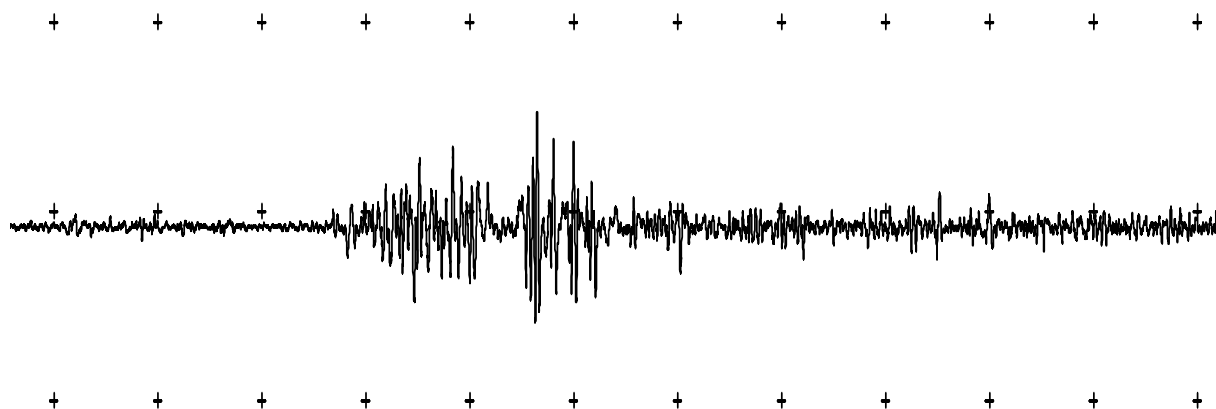


Рис. 2. Электромиограмма мышц разгибателей локтевого сустава (первый тип увеличения биоэлектрической активности)

Второй тип характеризуется залповидным всплеском биоэлектрической активности в той же фазе штрафного броска (рис. 3). Причем юношам характерно проявление и первого, и второго типа, а девушкам – только первого типа.

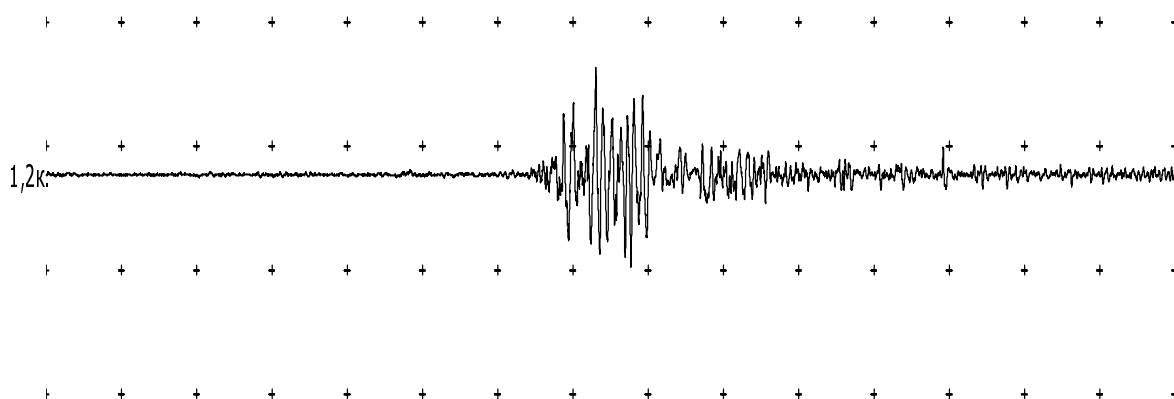


Рис. 3. Электромиограмма мышц разгибателей локтевого сустава (второй тип увеличения биоэлектрической активности)

Параметры максимальной амплитуды реализации сигнала и средней частоты реализации сигнала электромиограммы юношей и девушек в исходном положении достоверных отличий не имеют ( $P \leq 0,05$ ). Среднее значение амплитуды реализации сигнала у юношей в исходном положении составляет  $85,3 \pm 11$  мВ, а средней частоты реализации сигнала –  $18,1 \pm 4,1$  раз в секунду. У девушек значение амплитуды реализации сигнала составляет  $92,2 \pm 21$  мВ, а значение средней частоты реализации сигнала –  $23,1 \pm 7,1$  раз в секунду.

В момент финальной части реализации броска значение максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы у юношей возрастает до  $1106 \pm 301$  мВ, а у девушек – до  $425 \pm 156$  мВ, что достоверно ниже ( $P \leq 0,05$ ). Показатели средней частоты реализации сигнала у юношей и девушек достоверных различий не имеют и соответственно составляют  $122 \pm 31$  раз в секунду и  $95 \pm 21$  раз в секунду. Параметры средней частоты реализации сигнала электромиограммы мышц разгибателей локтевого сустава по времени совпадает с проявлением максимальной амплитуды сигнала.

Электромиограмма дельтовидной мышцы представляет собой интерференцион-

ную кривую с равномерным проявлением биоэлектрической активности (рис. 4). Максимальная амплитуда реализации сигнала и средняя частота реализации сигнала электромиограммы у юношей и девушек в исходном положении достоверных отличий не имеют ( $P \leq 0,05$ ). Так среднее значение амплитуды реализации сигнала у юношей в исходном положении составляет  $87,3 \pm 17$  мВ, а средней частоты реализации сигнала –  $12,1 \pm 2,1$  раз в секунду. У девушек значение амплитуды реализации сигнала составляет  $93,2 \pm 15$  мВ, а средней частоты реализации сигнала –  $15,1 \pm 4,1$  раз в секунду.

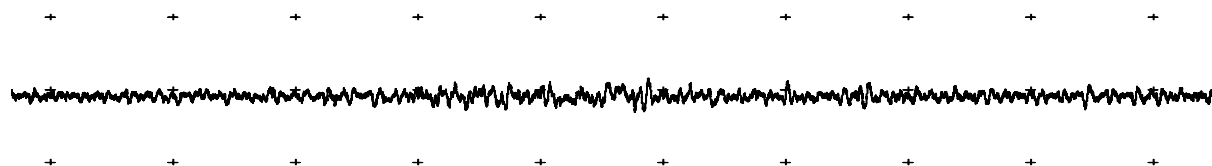


Рис. 4. Электромиограмма дельтовидной мышцы в ходе выполнения штрафного броска

В момент финальной части реализации броска в параметрах максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы у юношей и у девушек достоверных различий не обнаружено. Значение максимальной амплитуды реализации сигнала у юношей относительно исходного положения возрастает до  $221 \pm 24$  мВ, а у девушек – до  $211 \pm 43$  мВ. Значение средней частоты реализации сигнала у юношей и у девушек относительно исходного положения недостоверно не изменяются и составляют  $14,1 \pm 4,2$  раза в секунду и  $17 \pm 5,1$  раза в секунду соответственно.

Изучение биоэлектрической активности исследуемых мышечных групп при выполнении неудачных попыток позволяет установить, что 69% неудачных попыток как у юношей, так и у девушек связано с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц предплечья. При этом 58% неудачных попыток связано еще с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц разгибателей локтевого сустава (рис. 5).

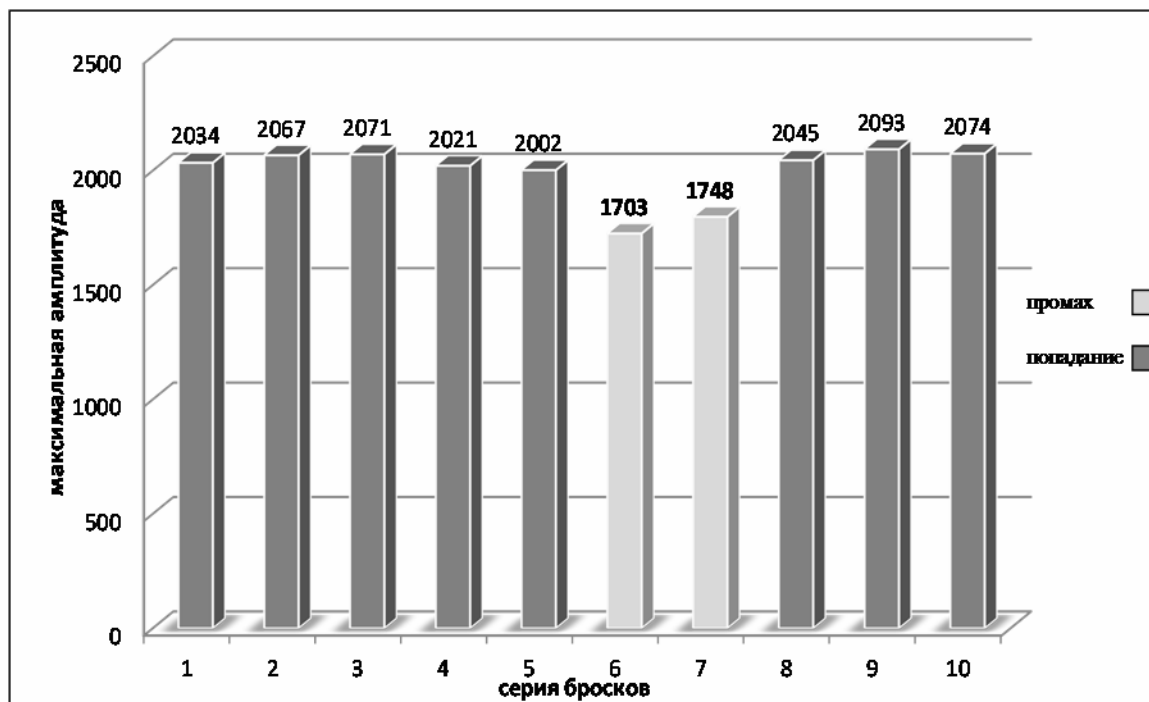


Рис. 5. Параметры максимальной амплитуды реализации сигнала мышц предплечья, в ходе реализации штрафного броска (Комов С., 1 разряд)

Анализ средних значений удачных и неудачных попыток, связанных с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала, позволяет установить, что снижение данного показателя составляет в среднем на  $280,9 \pm 75,8$  мВ.

Необходимо отметить, что 31% неудачных попыток не связано с изменением биоэлектрической активности мышц, скорее всего данное количество неудачных попыток связано с нарушением пространственного порядка реализации двигательного действия.

Изучение длительности всплесков биоэлектрической активности мышц предплечья и разгибателей локтя позволяет говорить о нестабильности временных периодов активности данных мышечных групп. Данный вывод получен путем изучения диаграмм индивидуальной динамики изменения длительности биоэлектрической активности. Так, при среднем значении длительности биоэлектрической активности кисти в исследуемой группе юношей –  $180,9 \pm 28,8$  мс, а в группе девушек –  $176 \pm 31,7$  мс. При этом ее индивидуальные колебания в ходе выполнения серии из 10 бросков могут достигать более 100 мс как в группе юношей, так и в группе девушек (рис. 6).

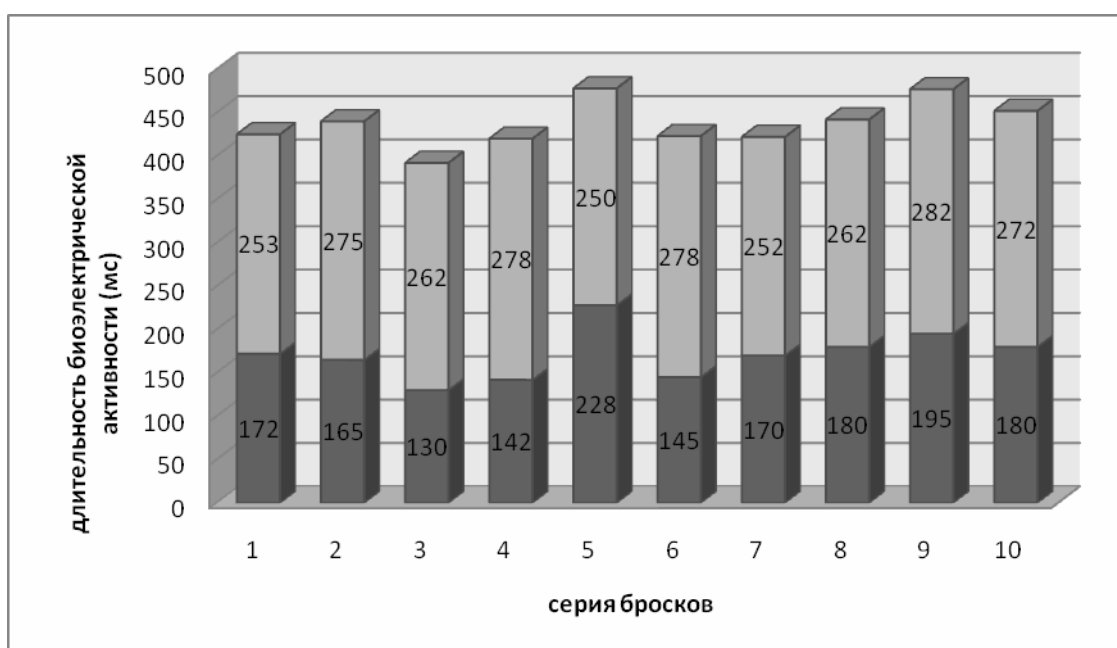


Рис. 6. Динамика длительности биоэлектрической активности мышц предплечья (ряд 1) и мышц разгибателей локтевого сустава (ряд 2) в ходе выполнения серии 10 штрафных бросков

Несколько иная картина наблюдается при изучении длительности биоэлектрической активности мышц разгибателей локтя, где среднее значение данного показателя в группе юношей составляет  $266,4 \pm 30,8$  мс, а в группе девушек –  $247 \pm 37,3$  мс. При этом индивидуальные колебания длительности биоэлектрической активности в ходе выполнения серии из 10 бросков составляют менее 30 мс.

Изучение временных границ всплесков биоэлектрической активности мышц предплечья, мышц разгибателей локтевого сустава позволяет заключить, что в исследуемых группах юношей и девушек наиболее нарушение стабильности длительности биоэлектрической активности обнаружено в мышцах предплечья определяющих работу кисти в процессе реализации штрафного броска.

Таким образом, изучение биоэлектрической активности мышц предплечья, разгибателей локтевого сустава и дельтовидной мышцы позволяют заключить, что при сформированности базовых основ техники выполнения штрафного броска у исследуемых групп юношей и девушек отмечается нестабильность проявления максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц предплечья и разгибателей

локтевого сустава, а также нестабильность длительности всплесков биоэлектрической активности мышц предплечья.

Нестабильность проявления максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы позволяет говорить о низком уровне проявления точной дифференциации небольших мышечных усилий.

Нестабильность длительности всплесков биоэлектрической активности точности позволяет говорить о низком уровне дифференцировки продолжительности выполняемых действий, темпа, ритма, скорости и временной последовательности движений.

### Выводы

1. Электромиограмма мышц предплечья представляет собой интерференционную кривую с залповидным всплеском биоэлектрической активности в момент реализации броска, где значение максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы у юношей составляет  $2217 \pm 451$  мВ, а у девушек – до  $1292 \pm 246$  мВ, что достоверно ниже ( $P \leq 0,01$ ). Показатели средней частоты реализации сигнала у юношей и девушек достоверных различий не имеют и соответственно составляют  $304 \pm 94$  раз в секунду, и  $295 \pm 84$  раз в секунду.

2. Электромиограмма трехглавой мышцы плеча представляет собой интерференционную кривую, характеризующуюся двумя типами увеличения биоэлектрической активности. Первый тип характеризуется интенсивным увеличением биоэлектрической активности в финальной фазе штрафного броска. Второй тип характеризуется залповидным всплеском биоэлектрической активности в той же фазе штрафного броска. Причем юношам характерно проявление и первого и второго типа, а девушкам – только первого типа. Значение максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы у юношей составляет  $1106 \pm 301$  мВ, а у девушек – до  $425 \pm 156$  мВ, что достоверно ниже ( $P \leq 0,05$ ). Показатели средней частоты реализации сигнала у юношей и девушек достоверных различий не имеют и соответственно составляют  $122 \pm 31$  раз в секунду и  $95 \pm 21$  раз в секунду.

3. Установлено, что 69% неудачных попыток связано с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц предплечья. 58% неудачных попыток связано еще с уменьшением максимальной амплитуды реализации сигнала электромиограммы мышц разгибателей локтевого сустава. При этом 31% неудачных попыток не связан с изменением биоэлектрической активности мышц.

4. Установлена нестабильность временных периодов активности мышечных групп в финальной части штрафного броска. Так, при длительности биоэлектрической активности мышц предплечья в группе юношей  $180,9 \pm 28,8$  мс, а в группе девушек –  $176 \pm 31,7$  мс, ее индивидуальные колебания в ходе выполнения серии из 10 бросков достигают более 100 мс.

5. Основным направлением методики совершенствования точности реализации штрафных бросков в баскетболе является формирование способности к точному дифференцированию мышечных усилий и стабильности временных параметров работы мускулатуры, определяющей движение кисти спортсмена.

### Примечания:

1. Электромиографическая характеристика приседания со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.В. Шаханова, А.Г. Заболотный, А.А. Тхагова // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естественно-математические и технические науки. 2011. Вып. 4 (91). С. 95-102. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>

### References:

1. The electromyographic characteristic of squats in powerlifting / K.D. Chermit, A.V. Shakhanova, A.G. Zabolotniy, A.A. Tkhangova // The Bulletin of the Adyghe State University. Ser. Natural-Mathematical and Technical Sciences. 2011. Iss. 5 (91). P. 95-102. URL: <http://vestnik.adygnet.ru>

2. Андреев В.И. Факторы, определяющие эффективность техники дистанционного броска в баскетболе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Омск, 1988. 21 с.
3. Вальгин А.И. Проблемы современного баскетбола. Киев: Здоровья, 2003. 150 с.
4. Грошев А.М. Обеспечение надежности бросков мяча в баскетболе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Малаховка, 2005. 23 с.
5. Донченко П.И. Экспериментальное обоснование методики совершенствования двигательных действий спортсменов на основе применения тренажерных устройств (на примере баскетбола): автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1973. 20 с.
6. Мозола Р.С. Исследование средств и методов совершенствования штрафных бросков в баскетболе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Киев: КГИФК, 1975. 19 с.
7. Маньнин Б.Г. Повышение точности бросков мяча в баскетболе // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. 2007. № 1. С. 34-36.
8. Баскетбол: основные технические приемы, методика обучения в группах начальной подготовки: учеб. пособие / А.А. Шерстюк [и др.]. Омск, 1991. 60 с.
9. Белов С.А. Тем, кто хочет стать снайпером // Спортивные игры. 1984. № 3. С. 7-9.
10. Царукян С.С. Возрастная динамика становления и совершенствования техники дистанционных бросков в баскетболе: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1991. 25 с.
11. Сковородникова Н.В. Возрастная динамика становления целевой точности у школьников и юных баскетболистов 10-16 лет и условия ее совершенствования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. М., 1999. 22 с.
2. Andreev V.I. Factors defining the efficiency of technique of a remote throw in basketball: Diss. abstract for the Cand. of Pedagogy degree. Omsk, 1988. 21 pp.
3. Valtin A.I. Problems of modern basketball. Kiev: Zdorovya, 2003. 150 pp.
4. Groshev A.M. Ensuring of reliability of ball throws in basketball: Diss. abstract for the Cand. Of Pedagogy degree. Malakhovka, 2005. 23 pp.
5. Donchenko P.I. Experimental justification of the technique of improvement of physical motor actions of athletes based on use of training devices (based on basketball): Diss. abstract for the Cand. of Pedagogy degree. M., 1973. 20 pp.
6. Mozola P.C. The study of means and methods of improvement of free throws in basketball: Diss. abstract for the Cand. of Pedagogy degree. Kiev: KGIFK, 1975. 19 pp.
7. Manyin B.G. The increase of accuracy of ball throws in basketball // Physical culture: upbringing, education and training. 2007. No. 1. P. 34-36.
8. Basketball: main techniques, the training technique in groups of initial training a manual / A.A. Sherstyuk [etc.]. Omsk, 1991. 60 pp.
9. Belov S.A. For those who wants to become a sniper // Sports. 1984. No. 3. P. 7-9.
10. Tsarukyan S.S. Age dynamics of formation and improvement of technique of remote throws in basketball: Diss. abstract for the Cand. of Pedagogy degree. M, 1991. 25 pp.
11. Skovorodnikova N.V. Age dynamics of formation of target accuracy of school students and young basketball players of 10-16 years and conditions of its improvement: Diss. abstract for the Cand. of Pedagogy degree. M., 1999. 22 pp.