

## ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО АППАРАТА БАДМИНТОНИСТОВ К АСИММЕТРИЧНЫМ НАГРУЗКАМ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ

Э.Р. Румянцева, Е.В. Тарасова

Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма,  
г. Казань, Россия

**Цель исследования** – изучить параметры электромиографии мышц предплечья передней группы при различных состояниях у бадминтонистов. **Материалы и методы.** Проведено обследование 40 бадминтонистов и 49 юношей, не занимающихся спортом. Испытуемые были разделены на 3 группы: второе детство (8–12 лет), подростковый возраст (13–16 лет) и юношеский возраст (17–21 год). Методом исследования являлась поверхностная электромиография (ЭМГ). Был проведен сравнительный анализ суммарной биоэлектрической активности мышц предплечья передней группы (*musculus brachioradialis*) ведущей и неведущей руки в трех состояниях: фоновый замер, произвольное напряжение и произвольное расслабление. **Результаты.** У бадминтонистов всех возрастных групп наблюдается увеличение напряжения мышц предплечья на фоне интенсивной двигательной нагрузки. Также во всех трех исследуемых состояниях выявлена мышечная асимметрия рук, особенно проявляющаяся в подростковом и юношеском возрастах. **Заключение.** Мышечная асимметрия рук у юношей контрольной группы проявляется только в покое и при произвольном расслаблении. У бадминтонистов асимметрия увеличивается с ростом спортивного стажа и с усилением тренировочных нагрузок специальной направленности. Можно предположить, что результативность спортсмена во многом определяется наличием асимметрии.

**Ключевые слова:** асимметричные двигательные нагрузки, бадминтон, нервно-мышечный аппарат, биоэлектрические потенциалы мышц, адаптация к мышечным нагрузкам.

**Введение.** Известно, что в бадминтоне двигательные нагрузки носят асимметричный характер, спортсмену приходится находиться в вынужденной асимметричной позе. Это может приводить к развитию функциональной асимметрии в работе отдельных систем организма спортсмена [4, 6, 8, 9]. Например, столь выраженная моторная асимметрия ведет к односторонней гипертрофии и асимметрии нервно-мышечной проводимости мышечных групп, перераспределению крови в периферическом сосудистом русле к доминантной стороне тела. Все это отражается на биомеханике двигательных действий, функциональной активности как отдельных систем, так и целостного организма спортсмена [1, 3, 13].

На сегодняшний день ранняя специализация игроков в спортивном бадминтоне особенно распространена, что ведет к увеличению интенсивности и объема тренировок, календарей соревнований. Асимметричная двигательная нагрузка в раннем возрасте может спровоцировать возникновение нарушений опорно-двигательного аппарата, которые

могут проявиться в виде острых повреждений в период соревнований [2, 5, 7, 14].

Для изучения особенностей мышечной системы и оценки двигательной деятельности в физиологии спорта широко применяется метод электромиографии (ЭМГ), представляющий собой запись электрической активности мышечных групп при разных состояниях. Благодаря данному методу можно дать функциональную оценку нервно-мышечного аппарата и тем самым судить о способности спортсмена к произвольной регуляции движения [8, 12, 14].

**Цель исследования** – изучить параметры электромиографии мышц предплечья передней группы при различных состояниях у бадминтонистов.

**Материалы и методы исследования.** Проведено обследование 40 бадминтонистов различного возраста, которые были разделены на 3 группы в соответствии с возрастной периодизацией развития, принятой на VII Всесоюзной конференции по проблемам возрастной морфологии, физиологии и биохимии АН СССР (1965): второе детство (8–12 лет) –

16 человек, подростковый возраст (13–16 лет) – 13 человек и юношеский возраст (17–21 год) – 11 человек. Внутри каждого возрастного периода спортсмены были разделены в соответствии со своим уровнем спортивной квалификации – низкая и более высокая (от спортсменов, не имеющих квалификации, до МС России). Данные периоды соответствуют этапам подготовки: начальный, тренировочный, совершенствования спортивного мастерства и высшего спортивного мастерства. В контрольную группу вошли 49 испытуемых, не занимающихся спортом. Все испытуемые были правшами. Исследования проводились в течение годового тренировочного цикла подготовки в подготовительном и переходном периодах.

Методом исследования являлась поверхностная электромиография (ЭМГ). Исследование выполнялось на 2-канальном электронейромиографе «Синапсис» (г. Иваново) [10]. В каждой группе был проведен сравнительный анализ суммарной биоэлектрической активности мышц предплечья передней группы (*musculus brachioradialis*) ведущей и неведущей руки в трех состояниях: фоновый замер, произвольное напряжение и произвольное расслабление.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Excel и пакета анализа STATISTICA 8.0. Вычислялись среднеарифметические значения исследуемых показателей ( $M$ ) и стандартная ошибка среднего ( $m$ ). Применялись методы: для сравнения двух независимых выборок – критерий Манна – Уитни, для сравнения двух связанных выборок – Т-критерий Вилкоксона.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Сравнительный анализ данных суммарной амплитуды сигнала (Мв/с) мышц предплечья ведущей и неведущей руки у мальчиков 8–12 лет при фоновых замерах показал более низкие значения показателя ведущей руки –  $231,23 \pm 56,23$  относительно данных неведущей –  $436,11 \pm 43,19$  ( $p < 0,05$ ) (рис. 1). У группы испытуемых, не занимающихся спортом, усиление биоэлектрического сигнала при напряжении наблюдалось в обеих руках. В неведущей – среднегрупповые значения были выше в 1,13 раза, но они не имели статистической достоверности ( $p > 0,05$ ). Значения суммарной амплитуды мышц предплечья в состоянии произвольного расслабления соответствовали средним значениям состояния покоя.

В переходный период годового цикла подготовки у бадминтонистов локальная мышечная асимметрия между ведущей и неведущей руками наблюдалась у спортсменов, имеющих массовый разряд: при фоновых замерах электроактивность мышц предплечья неведущей конечности была выше в 2,05 раза, в состоянии произвольного расслабления – в 1,71 раза, а в состоянии напряжения значения ведущей конечности были выше в 1,43 раза ( $p < 0,05$ ). У бадминтонистов, не имеющих спортивных разрядов, в состояниях произвольного напряжения и при фоновых замерах мышечная асимметрия не наблюдалась ( $p > 0,05$ ), тогда как при расслаблении амплитуда сигнала в неведущей конечности усилилась в 2,16 раза ( $p < 0,05$ ).

Во время тренировочной нагрузки у бадминтонистов всех групп асимметрия мышц рук не была выражена, однако относительно среднегрупповых данных переходного периода увеличение суммарной амплитуды ЭМГ наблюдается при произвольном расслаблении и в состоянии покоя.

Среднегрупповые данные бадминтонистов-разрядников при фоновых замерах и при произвольном расслаблении достоверно ниже показателей мальчиков, не имеющих спортивных разрядов ( $p < 0,05$ ). При произвольном напряжении амплитуда ЭМГ ведущей конечности сильнее, чем у сравниваемых групп ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, выявленные особенности суммарной амплитуды сигнала позволяют предположить, что в данном возрасте у бадминтонистов 8–12 лет во время тренировочного процесса ведущая и неведущая рука выполняют одинаковую по мощности мышечную работу. Но наличие напряжения и отсутствие навыков к произвольному расслаблению приводит к утомлению юных бадминтонистов.

У юношей подросткового возраста группы контроля преобладание ведущей руки становится более выраженным. Так, в состоянии покоя наблюдается более высокая амплитуда суммарного сигнала ведущей руки и более низкая – неведущей (59,88 % и 46,98 % соответственно), чем у мальчиков 8–12 лет ( $p < 0,05$ ) (рис. 2). Но стоит отметить, что ведущая рука находится постоянно в состоянии повышенного тонуса. Данные, полученные при произвольном напряжении и произвольном расслаблении, не выявили статистически достоверных различий относительно показателей покоя ( $p > 0,05$ ).

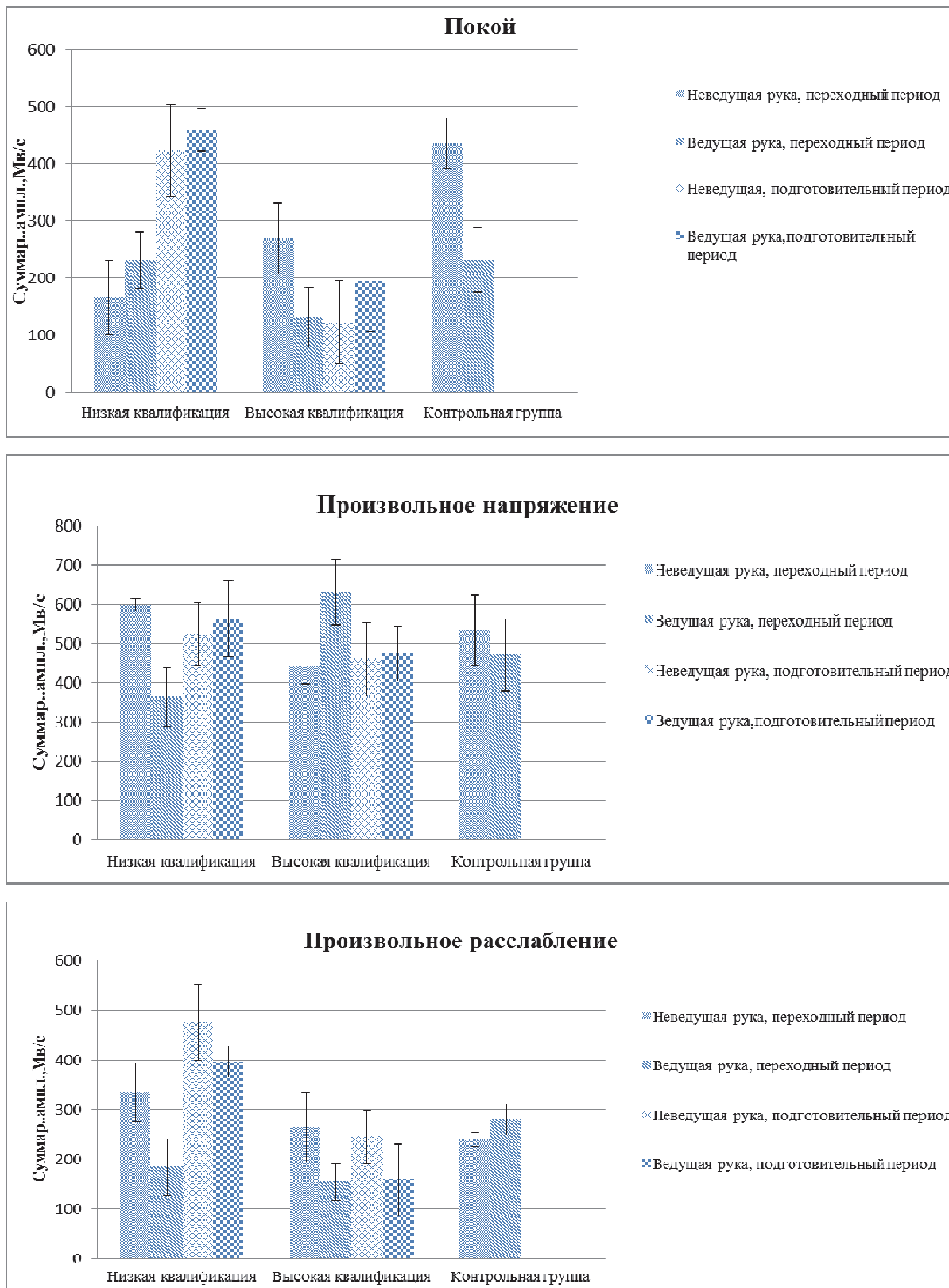


Рис. 1. Суммарная амплитуда сигнала биоэлектрической активности мышц предплечья ведущей и неведущей руки у испытуемых группы второго детства  
 Fig. 1. The total amplitude of bioelectric activity of the forearm muscles of the dominant and non-dominant arms in the subjects ages 8–12

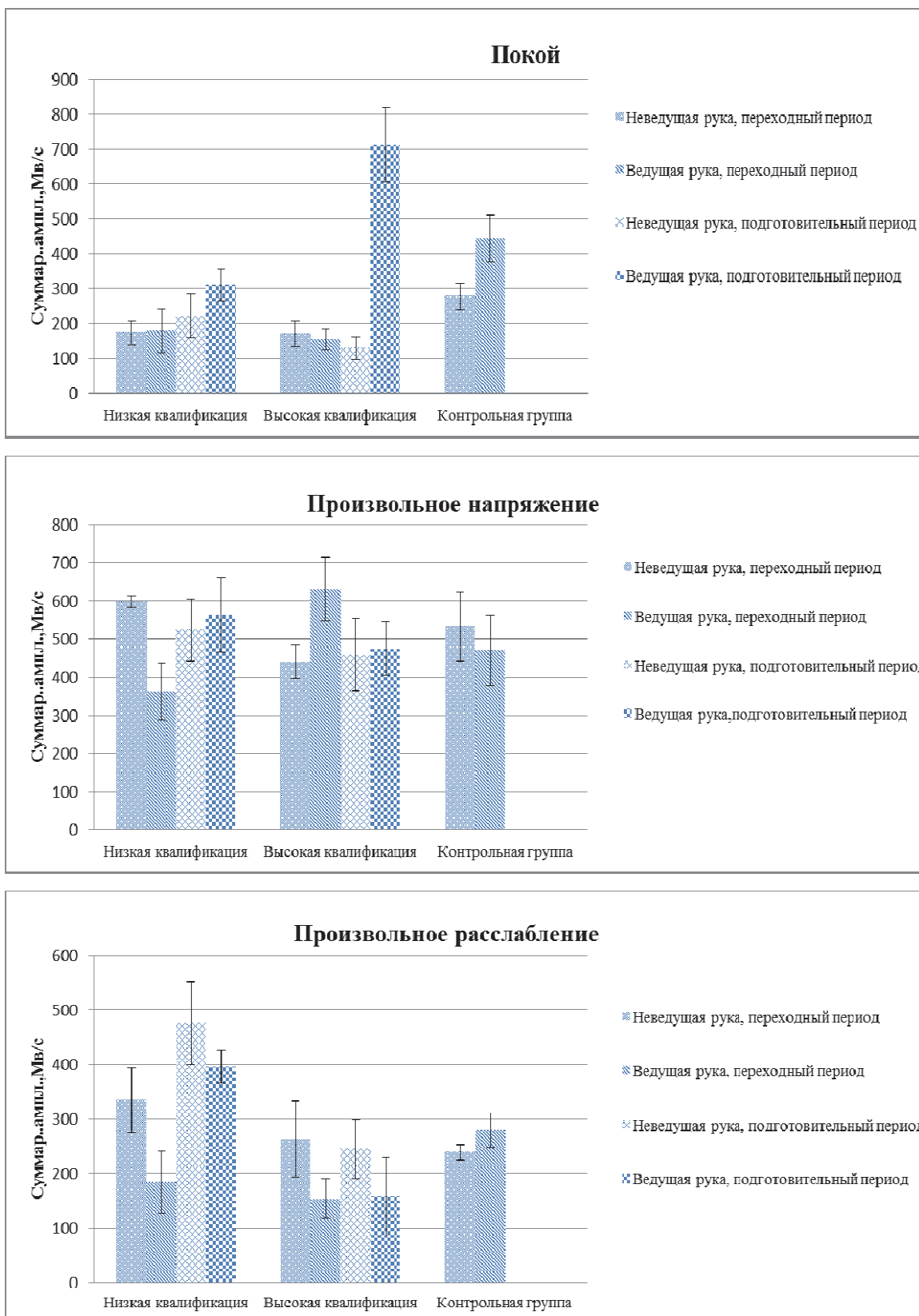


Рис. 2. Суммарная амплитуда сигнала биоэлектрической активности мышц предплечья ведущей и неведущей руки у испытуемых подросткового возраста  
 Fig. 2. The total amplitude of bioelectric activity of the forearm muscles of the dominant and non-dominant arms in the subjects ages 13–16

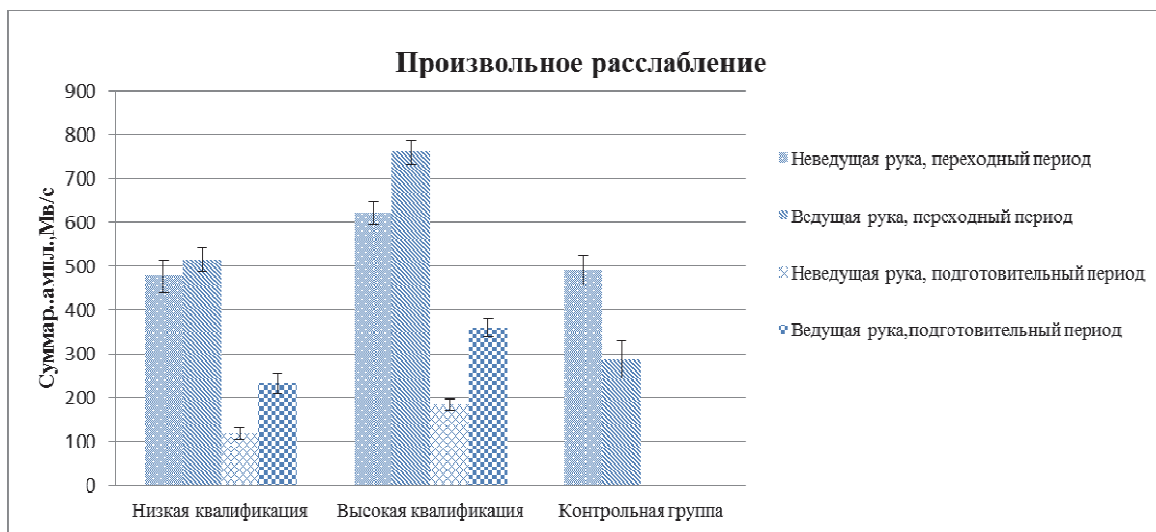
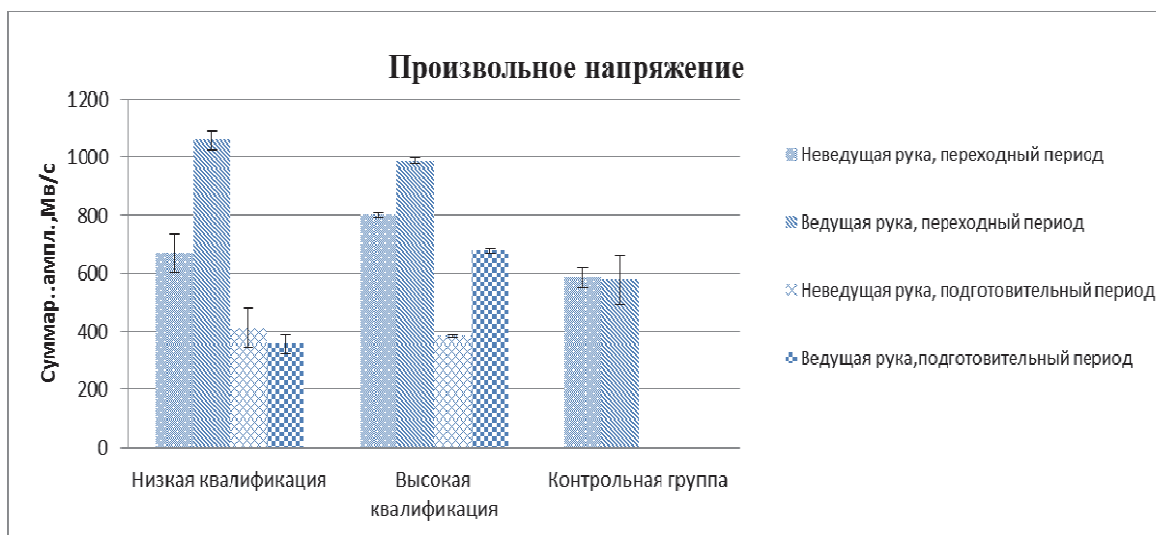
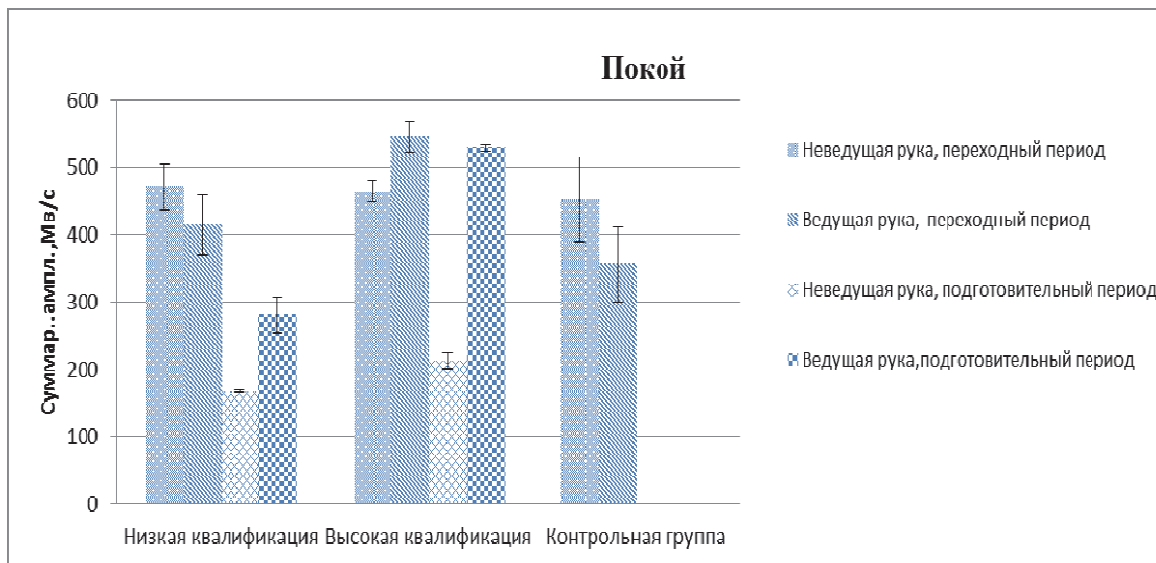


Рис. 3. Суммарная амплитуда сигнала биоэлектрической активности мышц предплечья ведущей и неведущей руки у испытуемых юношеского возраста  
 Fig. 3. The total amplitude of bioelectric activity of the forearm muscles of the dominant and non-dominant arms in the subjects ages 17–21

У бадминтонистов всех исследуемых групп подросткового возраста в переходном периоде подготовки как в покое, так и при произвольном расслаблении выявлены более низкие показатели суммарной мышечной активности по сравнению с юношами, не занимающимися спортом ( $p < 0,05$ ).

Данный факт может быть следствием долговременной адаптации к физическим нагрузкам, поскольку тренированный организм в состоянии покоя функционирует в более экономичном режиме [11]. Кроме того, полученные данные указывают на отсутствие мышечной асимметрии рук у обследованных бадминтонистов обеих групп при отсутствии тренировочных нагрузок.

В подготовительный период у спортсменов массовых разрядов наблюдалось усиление суммарной амплитуды сигнала во всех исследуемых состояниях относительно данных, полученных в переходный период.

У бадминтонистов более высокой квалификации электрическая активность мышц ведущей и неведущей руки характеризовалась выраженной асимметрией ( $p < 0,05$ ). Кроме того, амплитуда сигнала мышц ведущей руки была стабильно высокой и не отличалась при различных состояниях, что, по-видимому, указывает на их напряжение.

У юношей 17–21 года, не занимающихся спортом, мышечной асимметрии рук не выявлено, но по сравнению с данными групп второго детства и подросткового возраста наблюдалось значительное усиление суммарного сигнала (рис. 3). У бадминтонистов более низкой спортивной квалификации при отсутствии тренировочной нагрузки асимметрия с усилением сигнала в ведущей конечности проявляется только при произвольном напряжении (ведущая рука –  $1058,09 \pm 31,22$ ; неведущая рука –  $669,82 \pm 63,23$ ) ( $p < 0,05$ ).

Известно, что суммарная амплитуда сигнала при произвольном напряжении мышц отражает количество активных двигательных единиц в данный момент времени. Столь значительное увеличение сигнала при напряжении у данной группы может указывать на развитие механизмов произвольной регуляции движений.

У спортсменов, имеющих звание мастера спорта России, среднегрупповые данные между тремя исследуемыми состояниями нивелируются ( $p > 0,05$ ). Во время нагрузки у всех исследуемых бадминтонистов асимметрия про-

является как при фоновых замерах, так во время напряжения и расслабления ( $p < 0,05$ ).

В переходном периоде результаты биоактивности мышц в ведущей руке у бадминтонистов как низкой, так и более высокой квалификации при расслаблении выше, чем у таковых в группе контроля, в 1,79 и 1,47 раза соответственно ( $p < 0,05$ ).

Суммарная амплитуда сигнала ведущей руки квалифицированных бадминтонистов превышала среднегрупповые значения спортсменов более низкой спортивной квалификации: в состоянии покоя – в 1,88 раза, при произвольном напряжении – в 1,91 раза и при произвольном расслаблении – в 1,54 раза ( $p < 0,05$ ). Следовательно, чем выше уровень спортивного мастерства бадминтониста, тем более выражена мышечная асимметрия рук.

**Заключение.** Между ведущей и неведущей руками асимметрия мышц предплечья у юношей контрольной группы всех возрастов проявляется в состоянии покоя и при произвольном расслаблении. В подростковом возрасте суммарная амплитуда сигнала усиливается в состоянии напряжения.

У всех обследуемых бадминтонистов интенсивная нагрузка в тренировочном процессе вызывает всплеск биоэлектрической активности при фоновых замерах и при произвольном расслаблении, что, по-видимому, указывает на развитие утомления локальных мышечных групп и, как следствие, на проявление мышечной асимметрии рук.

Таким образом, поверхностная электромиография может являться эффективным методом в изучении влияния тренировочных нагрузок на организм бадминтониста, а полученные в ходе исследования данные могут быть предложены в качестве тестовых для определения способности к произвольному управлению движениями.

### Литература

1. Абрамова, Т.Ф. Особенности поддержания вертикальной стойки у спортсменов различных специализаций / Т.Ф. Абрамова, В.В. Арьков, В.В. Иванов // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 64–69.
2. Бакуменко, С.А. Функциональный профиль асимметрии у спортсменов-армреслеров / С.А. Бакуменко, Я.Е. Бугаец // Тезисы докладов XXXIV науч. конф. студентов и молодых ученых вузов Южного федер. округа. Ч. 1. – Краснодар, 2007. – С. 9–10.

3. Балкарова, Е.Ю. Динамика мышечных асимметрий в условиях физических нагрузок / Е.О. Балкарова, Е.Ю. Блюм // Вестник восстановит. медицины. – 2008. – № 6. – С. 81.
4. Бердичевская, Е.М. Компьютерная стабิโลграфия в исследовании функциональных асимметрий в стрелковом спорте / Е.М. Бердичевская // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2008. – № 6. – С. 120–123.
5. Забалуева, Т.В. Профилактика и коррекция нарушений осанки школьников на занятиях различными видами спорта / Т.В. Забалуева // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2007. – № 9. – С. 41–45.
6. Иоффе, М.Е. Природа функциональной моторной асимметрии у животных / М.Е. Иоффе, Е.В. Плетнева, И.С. Сташкевич // Функциональная межполушарная асимметрия. – М.: Науч. мир. – 2004. – С. 80–97.
7. Клестов, В.В. Особенности показателей осанки детей, занимающихся спортом / В.В. Клестов, Л.М. Белозерова // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 9 (105). – С. 14–17.
8. Корягина, Ю.В. Биомеханический и электромиографический анализ работы опорно-двигательного аппарата спортсменов при выполнении тяжелоатлетических упражнений / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, Г.Н. Тер-Акопов // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 27. – № 2. – С. 58–66.
9. Кудряшова, Ю.А. Функциональный профиль асимметрии у квалифицированных спортсменов, специализирующихся в фехтовании / Ю.А. Кудряшова, Е.М. Бердичевская, В.В. Мартынов // Физическая культура, спорт – наука и практика. – 2015. – № 2. – С. 47–50.
10. Николаев, С.Г. Практикум по клинической электромиографии. – Изд. второе, перераб. и доп. – Иваново: Иванов. гос. мед. академия. – 2003. – 264 с.
11. Платонов, В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов / В.Н. Платонов. – М.: Спорт, 2019. – 656 с.
12. Проблемы и перспективы подготовки высококвалифицированных пловцов с поражением опорно-двигательного аппарата / Э.Р. Румянцева, А.А. Строкин, Л.А. Бордукова, Р.Р. Махмутова // Теория и практика физ. культуры. – 2013. – № 7. – С. 38–43.
13. Седоченко, С.В. Влияние вида спорта на особенности функциональных мышечных асимметрий у фехтовальщиков и теннисистов / С.В. Седоченко, Г.Н. Германов, И.А. Сабирова // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 2 (120). – С. 139–143.
14. Черногоров, Д.Н. Методика коррекции асимметрии в физическом развитии спортсменов, занимающихся армспортом / Д.Н. Черногоров, Ю.А. Матвеев, В.С. Беляев, Ю.Л. Тушер // Вестник Москов. гор. пед. ун-та. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 3. – С. 56–70.

**Румянцева Эльвира Римовна**, доктор биологических наук, профессор кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, г. Казань, Деревня Универсиады, 35. E-mail: rumelv@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9440-3529.

**Тарасова Елена Владимировна**, аспирант кафедры медико-биологических дисциплин, Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма. 420010, г. Казань, Деревня Универсиады, 35. E-mail: elena.tarasova29@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6472-6634.

*Поступила в редакцию 15 сентября 2020 г.*

## FEATURES OF ADAPTATION OF THE NEUROMUSCULAR APPARATUS OF BADMINTON PLAYERS TO ASYMMETRIC LOADS

*E.R. Rumyantseva, rumelv@yandex.ru, ORCID: 0000-0001-9440-3529,*

*E.V. Tarasova, elena.tarasova29@mail.ru, ORCID: 0000-0001-6472-6634*

*Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russian Federation*

**Aim.** The paper aims to study electromyography data of the forearm muscles (anterior group) in badminton players in various conditions. **Materials and methods.** A survey of 40 badminton players and 49 non-athletic males were carried out. The subjects were divided into 3 groups: 8–12 years, 13–16 years and 17–21 years. The research method was surface electromyography (EMG). A comparative analysis of the total bioelectrical activity of the forearm muscles (musculus brachioradialis) of the dominant and non-dominant arms was carried out in three states: background measurement, voluntary tension, and voluntary relaxation. **Results.** In badminton players of all age groups, there is an increase in the tension of the forearm muscles against intensive load. Also, in all three states, muscle asymmetry of the arms was revealed, especially in teenagers and adolescents. **Conclusion.** Muscle asymmetry of the arms in young males from the control group was recorded only at rest and during voluntary relaxation. In badminton players, asymmetry increases with an increase in sports experience and with an increase in training loads of a special orientation. It can be assumed that athletic performance is largely determined by the presence of asymmetry.

**Keywords:** *asymmetric loads, badminton, neuromuscular apparatus, bioelectric potentials of muscles, adaptation to muscular loads.*

### References

1. Abramova T.F., Ar'kov V.V., Ivanov V.V. [Features of Maintaining a Vertical Stance in Athletes of Various Types]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2008, no. 4, pp. 64–69. (in Russ.)
2. Bakumenko S.A., Bugayets Ya.E. [Functional Profile of Asymmetry in Armwrestlers]. *Tezisy dokladov XXXIV nauchnoy konferentsii studentov i molodykh uchenykh vuzov Yuzhnogo federal'nogo okruga* [Abstracts of the XXXIV Scientific Conference of Students and Young Scientists of Universities of the Southern Federal District], 2007, pp. 9–10. (in Russ.)
3. Balkarova E.Yu., Blyum E.Yu. [Dynamics of Muscle Asymmetries in Conditions of Physical Loads]. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny* [Bulletin of Restorative Medicine], 2008, no. 6, p. 81.
4. Berdichevskaya E.M. [Computer Stabilography in the Study of Functional Asymmetries in Shooting Sports]. *Izvestiya YuFU. Tekhnicheskiye nauki* [Izvestia SFedU. Technical Science], 2008, no. 6, pp. 120–123. (in Russ.)
5. Zabaluyeva T.V. [Prevention and Correction of Posture Disorders in Schoolchildren in the Classroom with Various Sports]. *Uchenyye zapiski universiteta Lesgafta* [Scientific Notes of the University of Lesgaft], 2007, no. 9, pp. 41–45. (in Russ.)
6. Ioffe M.E., Pletneva E.V., Stashkevich I.S. [The Nature of Functional Motor Asymmetry in Animals]. *Funktsional'naya mezhpolusharnaya asimmetriya* [Functional Interhemispheric Asymmetry], 2004, pp. 80–97. (in Russ.)
7. Klestov V.V., Belozerova L.M. [Features of the Posture Indicators of Children Going in for Sports]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina* [Physiotherapy and Sports Medicine], 2012, no. 9 (105), pp. 14–17. (in Russ.)
8. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Ter-Akopov G.N. [Biomechanical and Electromyographic Analysis of the Work of the Musculoskeletal System of Athletes while Performing Weightlifting Exercises]. *Nauka i sport: sovremennyye tendentsii* [Science and Sport. Modern Trends], 2020, vol. 27, no. 2, pp. 58–66. (in Russ.)



9. Kudryashova Yu.A., Berdichevskaya E.M., Martynov V.V. [The Functional Profile of Asymmetry Among Qualified Athletes Specializing in Fencing]. *Fizicheskaya kul'tura, sport – nauka i praktika* [Physical Culture, Sport – Science and Practice], 2015, no. 2, pp. 47–50. (in Russ.)
10. Nikolayev S.G. *Praktikum po klinicheskoy elektromiografii* [Clinical Electromyography Workshop], 2nd ed. Ivanovo, Ivanovo State Medical Academy Publ., 2003. 264 p.
11. Platonov V.N. *Dvigatel'nyye kachestva i fizicheskaya podgotovka sportsmenov* [Motor Qualities and Physical Training of Athletes]. Moscow, Sport Publ., 2019. 656 p.
12. Rumyantseva A.A., Strokin E.R., Bordukova L.A., Makhmutova R.R. [Problems and Prospects of Training Highly Qualified Swimmers with Impairment of the Musculoskeletal System]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2013, no. 7, pp. 38–43. (in Russ.)
13. Sedochenko S.V., Germanov G.N., Sabirova I.A. [The Influence of Sport on the Features of Functional Muscle Asymmetries in Fencers and Tennis Players]. *Uchenyye zapiski universiteta Lesgafta* [Scientific Notes of the University of Lesgaft], 2015, no. 2 (120), pp. 139–143. (in Russ.)
14. Chernogorov D.N., Matveyev Yu.A., Belyayev V.S., Tusher Yu.L. [The Method of Correction of Asymmetry in the Physical Development of Athletes Involved in Armwrestling]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki* [Bulletin of the Moscow City Pedagogical University. Series. Natural Sciences], 2016, no. 3, pp. 56–70. (in Russ.)

Received 15 September 2020

---

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Румянцева, Э.Р. Особенности адаптации нервно-мышечного аппарата бадминтонистов к асимметричным нагрузкам в тренировочном процессе / Э.Р. Румянцева, Е.В. Тарасова // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 69–77. DOI: 10.14529/hsm200408

#### FOR CITATION

Rumyantseva E.R., Tarasova E.V. Features of Adaptation of the Neuromuscular Apparatus of Badminton Players to Asymmetric Loads. *Human. Sport. Medicine*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 69–77. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm200408

---