

Министерство спорта и туризма Республики Беларусь
Национальный олимпийский комитет Республики Беларусь
Президентский спортивный клуб
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет физической культуры»

ЦЕННОСТИ, ТРАДИЦИИ И НОВАЦИИ СОВРЕМЕННОГО СПОРТА

Материалы III Международного научного конгресса

14–15 ноября 2024 г.

В трех частях

Часть 1

Минск
БГУФК
2024

УДК 796(06)
ББК 75р
Ц37

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом БГУФК

Редакционная коллегия:

*д-р экон. наук, доцент (гл. редактор) С. Б. Репкин;
канд. пед. наук, доцент (зам. гл. редактора) Т. А. Морозевич-Шилюк;
д-р филос. наук, доцент Т. Н. Буйко;
д-р пед. наук, профессор В. А. Коледа;
д-р биол. наук, профессор С. Б. Мельнов;
д-р пед. наук, д-р биол. наук, профессор А. А. Михеев;
д-р пед. наук, профессор Т. П. Юшкевич*

Ценности, традиции и новации современного спорта : материалы III Меж-
Ц37 **дунар. науч. конгр., Минск, 14–15 нояб. 2024 г. : в 3 ч. / Белорус. гос. ун-т физ.**
культуры ; редкол.: С. Б. Репкин (гл. ред.), Т. А. Морозевич-Шилюк (зам. гл.
ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2024. – Ч. 1. – 418 с.
ISBN (ч. 1) 978-985-569-767-2.
ISBN 978-985-569-766-5.

Издание представляет собой сборник материалов III Международного научного конгресса «Ценности, традиции и новации современного спорта».

В первой части сборника представлено направление «Современная система подготовки спортивного резерва и спортсменов высокого класса», где отражены вопросы, затрагивающие актуальные проблемы научно-методического сопровождения подготовки спортсменов высокого класса и резерва.

Издание предназначено для специалистов отрасли «Физическая культура, спорт и туризм», преподавателей, научных работников, аспирантов и студентов.

УДК 796(06)
ББК 75р

ISBN (ч. 1) 978-985-569-767-2
ISBN 978-985-569-766-5

© Учреждение образования «Белорусский
государственный университет физической
культуры», 2024

Ниязи Е.С., Зверев А.А.

Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЭМГ-ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ РАЗВИТИИ
МЫШЕЧНОГО УТОМЛЕНИЯ**

Niazi E.S., Zverev A.A.

Volga Region State University of Physical Culture, Sports and Tourism

**STUDY OF THE DYNAMICS OF EMG INDICATORS OF HIGHLY SKILLED
FEMALE ATHLETES DURING THE DEVELOPMENT OF MUSCLE
FATIGUE**

Аннотация. В статье приведены исследования показателей ЭМГ мышц высококвалифицированных спортсменок при развитии мышечного утомления с помощью метода динамометрии. Показано, что активность мышц изменяется при последовательном протоколе выполнения утомления. Изменения затрагивают не только мышцы с динамометром. Длительное и чрезмерное утомление может иметь негативные последствия для здоровья и функциональности мышц, а снижение порога возбуждения может быть кратковременной реакцией организма на стресс, связанный с физической активностью.

Ключевые слова: ЭМГ; мышцы; утомление; высококвалифицированные спортсменки; спортивная гимнастика

Abstract: The article presents research on the EMG indicators of muscles in highly qualified athletes during the development of muscle fatigue using the dynamometer method. It is shown that muscle activity changes during a sequential protocol for performing fatigue. These changes affect not only the muscles with the dynamometer. Prolonged and excessive fatigue can have negative consequences for health and muscle function, while a decrease in excitability threshold may be a short-term reaction to stress associated with physical activity.

Keywords: EMG; muscles; fatigue; highly qualified athletes; artistic gymnastics

Современная система подготовки спортсменов требует значительных корректировок в существующих методах тренировки. Спортивная гимнастика, как сложный координационный вид спорта, включает в себя разнообразные динамические и статические упражнения. Утомление в этом виде спорта связано с комплексом изменений, происходящих в организме гимнастов в ответ на физические нагрузки. Во время интенсивных тренировок и соревнований наблюдается истощение энергетических запасов, таких как гликоген в мышцах, а также накопление метаболитических продуктов, например, молочной кислоты. Эти факторы могут приводить к снижению силы и выносливости мышц, ухудшению координации движений и замедлению восстановительных процессов. Кроме того, утомление может вызывать изменения в гормональном фоне и нервной системе, что, в свою очередь, влияет на психоэмоциональное состояние гимнастов и их способность к концентрации.

Педагогическая подготовка достигла максимальных значений, и многие протоколы подготовки, разработанные 20 лет назад, уже не соответствуют требованиям современности. В связи с этим возрастает значение функциональных тестов, которые позволяют быстро оценить состояние спортсменов и вклад тренировочного процесса в динамику отдельных показателей у атлетов высокого класса. Важным аспектом подготовки становится разработка методик тренировок с учетом резервных возможностей спортсменов. Ранее наши исследования доказали, развитие утомления при проведении нагрузочного теста у спортсменов, занимающихся спортивной гимнастикой [1].

Методики функционального тестирования должны обладать рядом характеристик, таких как доступность и повторяемость. Одним из перспективных методов оценки состояния двигательных единиц является поверхностная электромиография (ЭМГ), которая позволяет без инвазивного вмешательства оценить тонус и активность мышц при выполнении различных упражнений. Этот метод обеспечивает возможность оценки биоэлектрической активности и количественной оценки состояния мышечной и периферической нервной системы. Комбинированное использование ЭМГ с традиционными методами может стать основой для корректного биомеханического анализа движений спортсменов высокого класса. Также важно учитывать применение данного метода в процессах реабилитации и восстановления после длительных травм.

Методика. Исследование проходило на базе Научно-исследовательского института физической культуры и спорта ФГБОУ ВО «Поволжский ГУФКСИТ». В исследовании приняли участие высококвалифицированные гимнастки ($n=21$), имеющие звание мастера спорта РФ. Средний возраст испытуемых составил 17 ± 2 года.

Измерения силы хвата кисти двух рук проводили с помощью кистевого динамометра на установке PowerLab (Австралия). Исследование проводили по следующему протоколу: одиночное максимальное сокращение правой и левой руки, трехразовое максимальное удержание в течение 15 секунд с 15-секундным отдыхом между ними. Испытуемый не контролировал изменение кривой развития утомления на компьютере. Этапы выполнялись вытянутой рукой из положения стоя. Анализировались следующие показатели: время от начала сжатия до его полного расслабления, максимальная амплитуда, время от начала сжатия динамометра до пиковой точки и площадь под кривой. Кроме того, при анализе утомления были рассчитаны показатели, включая максимальную амплитуду, время сокращения, скорость сокращения, время утомления, амплитуду утомления и скорость развития утомления.

Для регистрации параметров нервно-мышечной передачи использовались беспроводные сенсоры «Нейросенс», электроды были установлены на следующих мышцах: лучевой сгибатель запястья, локтевой разгибатель запястья, двуглавая мышца плеча, трехглавая мышца плеча, дельтовидная мышца (ключичная и остистая части). Сенсоры записывали кривую динамики ЭМГ на всем протяжении эксперимента по описанному выше протоколу. Активность указанных мышечных групп во время выполнения заданий позволяет получить объективные данные о состоянии нервно-мышечной передачи и утомлении в вегетативной нервной системе.

Данные были проанализированы в программе Microsoft Excel, где определялись нормальное распределение выборки, средние значения и стандартное отклонение. Достоверность рассчитывалась при $p\leq 0,05$. Анализ данных проводили в программе Statistica 13.

Результаты исследования и их обсуждение.

Выполнение программы требует от спортсменов координации различных систем. Основным центром, регулирующим мобилизацию всех систем организма является головной мозг, который координирует работу эндокринной, мышечной, сердечно-сосудистой и нервной системы для достижения максимальных результатов [2]. Спортсменки в спортивной гимнастике выполняют программу, состоящую из несколько сотен повторяющихся элементов, что требует от спортсменки высокой как технической, так и силовой подготовки.

В наших экспериментах при регистрации электрической активности мышц во время развития утомления наблюдалось увеличение максимальной амплитуды мышечной активности в лучевом сгибатель и локтевой разгибатель запястья в руке, где находился динамометр. Так показатель A_{max} увеличился с 1,9 мВ до 790 мВ при первом развитии утомления и с 1,45 мВ до 457 мВ, соответственно. Увеличение данного показателя может быть связано с развитием стресса и усталости в организме, в результате чего могут быть задействованы дополнительные резервы, необходимые для поддержания функциональных ключевых систем. Увеличение показателя A_{max} может быть результатом временного усиления активности нервной системы для поддержания работоспособности мышц. Известно, что постоянные физические нагрузки могут привести к адаптации мышц, включая изменение состава мышечных волокон и увеличение способности мышц работать под напряжением. Эти адаптационные процессы могут продолжаться даже во время утомления. Нельзя исключать и изменения в нервно-мышечной передаче сигналов, которые могут происходить в ответ на длительную нагрузку. В состоянии утомления организм может перестраиваться, используя альтернативные источники энергии, такие как гликоген и жиры, что может временно повысить показатели работы мышц.

Порог возбуждения мышцы уменьшался на всех мышцах за исключением лучевого сгибателя запястья, где он увеличивался. Уменьшение порога возбуждения мышцы при утомлении указывает на то, что мышца становится более чувствительной к внешнему раздражению. При утомлении снижается чувствительность рецепторов в мышцах, которые воспринимают сигналы от нервной системы. Это приводит к тому, что мышцы начинают реагировать на более слабые импульсы. Мембраны мышечных клеток становятся менее избирательными к ионам, участвующим в возбуждении. Это позволяет большему количеству ионов проникать внутрь клетки, вызывая ее возбуждение при меньших стимулах. Наблюдаемые нами процессы изменяли процент покоя мышц, который увеличивался на каждой мышце. Максимальное увеличение нами было зарегистрировано на передней головке дельтовидной мышцы.

Однако длительное и чрезмерное утомление может иметь негативные последствия для здоровья и функциональности мышц. Показатель A_{max} сами по себе не всегда отражают истинное состояние мышц, так как они могут маскировать признаки переутомления и усталости. Важно отметить, что снижение порога возбуждения может быть кратковременной реакцией организма на стресс, связанный с физической активностью.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБОУ ВО Поволжский ГУФКСИТ №777-00022-24-01(НИОКТР 1022060600108-6).