

КРИТЕРИИ РЕЗЕРВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ РАБОТЫ

Высокий уровень специальной работоспособности и эффективность соревновательной деятельности спортсменов в значительной степени зависят от их физической и функциональной подготовленности, тесно взаимодействующими как между собой, так и с другими важнейшими компонентами общей структуры подготовленности [1, 2].

Современная система подготовки спортсменов международного класса изначально должна базироваться на учете гено- и фенотипических факторов, их взаимосвязей для повышения резервных возможностей организма и отдельных его систем, обеспечивающих высокий уровень специальной физической работоспособности.

Известно, что функциональные резервы (ФР) по-разному детерминированы гено- и фенотипическими факторами, по-разному проявляются при разных режимах мышечной активности, в отдельных системах, в различных видах спорта [1-4]. В связи с этим они специфичны, трудно диагностируемы, нет единого универсального метода их выявления и количественного критерия оценки.

В этом отношении методологически важным является поиск и разработка адекватных, специфических методов их определения, оценки и интерпретации в процессе обеспечения системами организма различной, в том числе, скоростно-силовой и силовой работы. И нервно-мышечная система (НМС), как исполнительный морфофункциональный и метаболический компонент различных функциональных систем, является одним из важнейших объектов для изучения ФР в разных видах спорта.

К достаточно распространенному, относительно простому и доступному методу диагностики НМС при выполнении силовой и скоростно-силовой работы относятся различные варианты прыжкового теста [5-6 и др.]. Однако предложенные различными авторами прыжковые методы тестирования являются или кратковременными, или выполняются в виде единичных прыжков, что не позволяет раскрыть в полной мере резервы НМС, обеспечивающие высокий уровень физической работоспособности различного характера.

В связи с этим, нами разработан и апробирован метод комплексного тестирования состояния НМС спортсменов, основу которого составляет прыжковый тест [3, 4]. Характер выполнения теста (продолжительность, интенсивность) моделирует специфическую деятельность спортсмена в определенном виде спорта.

Целью исследования является разработка критериев резервных возможностей нервно-мышечной системы спортсменов при выполнении скоростно-силовой работы до стойкого снижения работоспособности.

Методы исследований. Сущность разработанной методики состоит в том, что в качестве тестирующей нагрузки выполняется скоростно-силовая работа в виде вертикальных прыжков с места максимальной высоты до состояния стойкого снижения работоспособности. При этом у каждого спортсмена производится регистрация: а) электрической активности мышц нижних конечностей; б) развиваемых усилий при отталкивании от динамометрической платформы (рис. 1).

Отсутствие разминки позволяет относительно быстро, "в чистом виде" проявиться генетически детерминированной предрасположенности организма спортсмена к работе взрывного, скоростно-силового или выносливого характера.

После тестирующей нагрузки выявлялись также структурные изменения мышц, их капилляров и других энергообеспечивающих элементов путем биопсии, гисто- и цитохимии, световой и электронной микроскопии [4].

В процессе исследований выявлено, что электрическая активность и взаимосвязи мышц нижних конечностей спортсменов тесно связаны с величинами развиваемых усилий при взаимодействии с опорой во время прыжков, со степенью развиваемого утомления, морфофункциональным статусом организма.

Выявленные коэффициенты парных корреляций (рис. 2) отражают линейный характер взаимосвязей двуглавой (ДМБ), четырехглавой правой (ЧМБп) и левой (ЧМБл) мышц бедра, икроножной (ИМ) и передне-большеберцовой (ПБМ) мышц голени между собой и с развиваемым усилием (F_{max}), как в начале работы, так и перед отказом от нее. При этом, ЧМБ вносит наибольший парциальный вклад в величину развиваемых усилий и высоту совершаемых прыжков.

Дисперсионный анализ показал, что у спортсменов с мощными взрывными сократительными качествами мышц, обеспечивающими наибольшую высоту прыжков, доля участия ЧМБ в развиваемом усилии составляет от 76,2% до 88,2%. При этом наибольший ее вклад реализуется в проявлении ускоряющей силы (G), которая, в свою очередь, проявляет среднюю корреляционную взаимосвязь с высотой прыжка ($r=0.621 \pm 0.23$, $P < 0.001$).

Наибольшую же взаимосвязь с высотой прыжка из биомеханических характеристик проявляет ускоряющая сила ($r=0.857 \pm 0.15$, $P < 0.001$).

Применение биопсии мышц, гистохимического и электронно-микроскопического методов позволило выявить в скелетных мышцах различные структурные и функциональные изменения, характеризующие резервные возможности НМС в процессе адаптации к физическим нагрузкам.

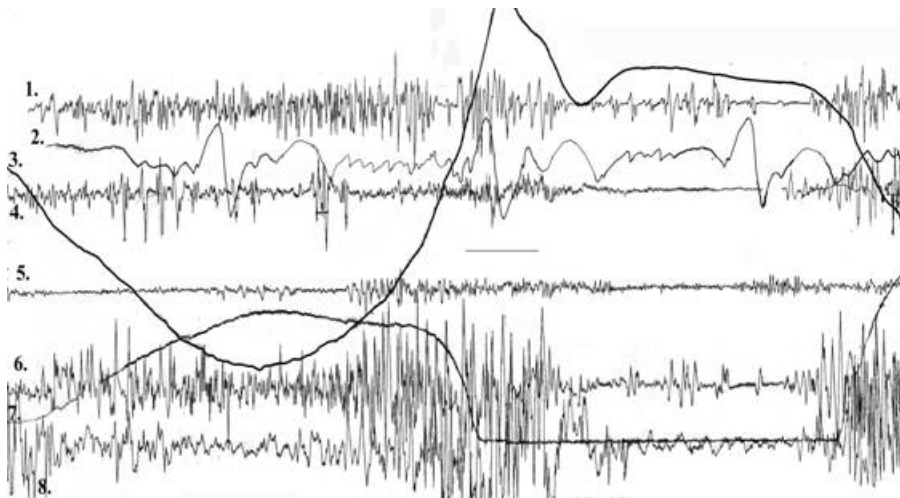


Рис. 1. Электрическая активность мышц нижних конечностей (1, 4, 5, 6, 8), сердца (2), гониограмма коленного сустава (3) и развиваемое усилие (7) при выполнении прыжкового теста на динамометрической платформе. 1, 4, 5, 6, 8 - электромиограммы: 1. - четырехглавой мышцы левого бедра; 4. - передней большеберцовой мышцы; 5. - икроножной мышцы; 6. - четырехглавой мышцы правого бедра; 8. - двуглавой мышцы бедра.

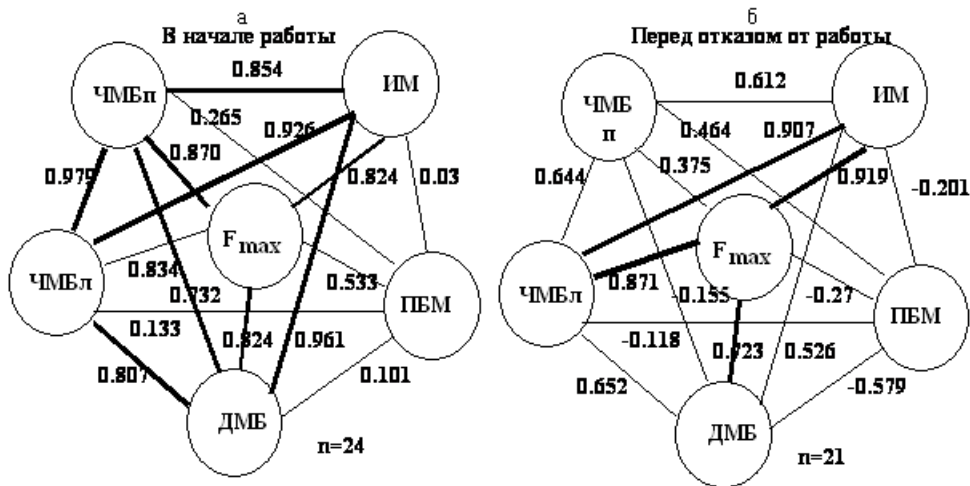


Рис. 2. Схема взаимосвязей мышц нижних конечностей между собой и с развиваемым вертикальным усилием (F_{max}) в начале тестирования (а) и перед отказом (б) от работы (в процессе развития явного утомления).

В условиях рациональных тренировочных нагрузок происходит увеличение числа саркомеров в миофибриллах, нарастает длина миофибрилл, усиливается работа сократительного аппарата, наращивается число крупных митохондрий, расширяются каналы саркоплазматического ретикулума, повышается уровень васкуляризации. Все это способствует более активному функционированию механизма энергообеспечения мышц.

При таком состоянии структуры мышц отмечалась высокая стабильность их работоспособности, что подтверждено стабильностью развиваемых усилий, электрической активности мышц нижних конечностей и высоты выпрыгивания в устойчивом состоянии.

Отмеченные выше морфофункциональные особенности в перестройке мышечной системы следует отнести к положительным эффектам адаптации, отражающими повышение функциональных резервов НМС при соответствии спортивной специализации врожденным морфофункциональным свойствам мышц спортсменов.

Неудовлетворительная реакция на тестирующую нагрузку (отрицательные эффекты адаптации) наблюдалась у тех спортсменов, направленность тренировочного процесса которых не соответствовала врожденным сократительным свойствам скелетных мышц обследуемого, или у спортсменов, перегруженных интенсивными тренировками.

Работа до утомления приводит к "перераспределению" активности и ослаблению взаимосвязей исследуемых мышц между собой и с развиваемым усилием (рис. 2) при ведущей роли ЧМБ в разных фазах движения, "запаздыванию", в сравнении с устойчивым состоянием, роста электрической активности ведущих мышц до максимальных значений, снижению усилий при отталкивании и высоты прыжков.

Характерными признаками утомления у спортсменов, мышцы которых предрасположены к выполнению работы на выносливость, являются: снижение максимальной и ускоряющей силы, удлинение электрической активности и градиента нарастания амплитуды ЭМГ нагружаемых мышц при развитии ускоряющей силы, значительное усиление зависимости электрической активности от ускоряющей силы (рис. 3).

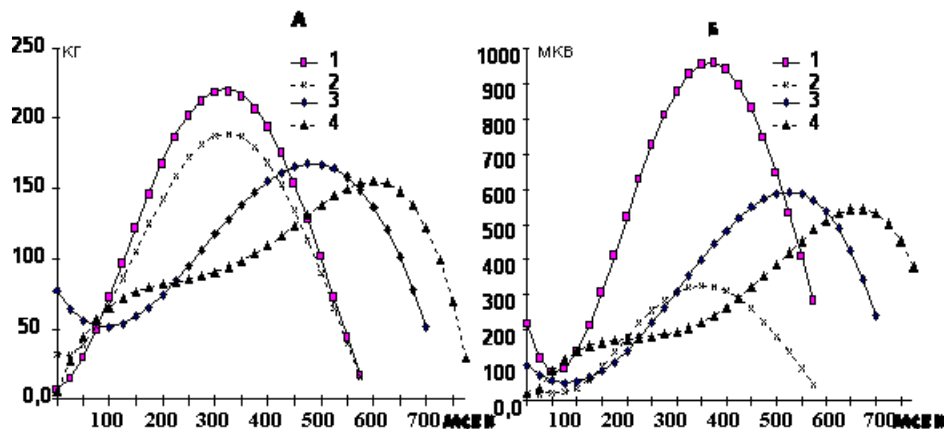


Рис. 3. Развиваемые усилия (А) и электрическая активность четырехглавой мышцы бедра (Б) у спортсменов с высокими (1, 2) и низкими (3, 4) взрывными качествами мышц при выполнении прыжка в начале (1, 3) и в конце (2, 4) тестирования.

Характерными признаками утомления у спортсменов, мышцы которых генетически предрасположены к выполнению работы на скорость, но обладающими низкой скоростной выносливостью, являются: значительное изменение соотношения показателей высоких и низких прыжков в пользу последних, снижение величин максимального и взрывного усилий, уменьшение амплитуды электрической активности мышц.

В условиях нерациональных тренировочных нагрузок и не соответствия структурной композиции мышц избранной специализации, как правило, возникали нарушения в микрососудах наиболее нагружаемых мышц.

Электронная микроскопия показывает, что в первую очередь нарушается ультраструктура капилляров. Это проявляется в виде транскапиллярной недостаточности, обусловленной набуханием ядер и цитоплазмы эндотелиоцитов, в результате чего кровотоки в них задерживаются и даже прекращаются, либо в эндотелиоцитах нарушается транскапиллярный транспорт веществ из крови в интерстиций при сохраняющемся кровотоке в магистральных сосудах.

Вслед за этим либо одновременно мышечные волокна раздвигаются, так как возникает отек, интерстиция, миофибриллы разобщаются и в разных участках разрушаются саркомеры, их сократительные нити распадаются или сминаются. Это приводит к ультраструктурным нарушениям и дистрофии, к стойкому снижению работоспособности. Структурные, функциональные и энергетические резервы мышечной системы значительно снижаются.

Заключение. Примененная комплексная методика одновременной регистрации электрической активности мышц нижних конечностей и развиваемых усилий в процессе выполнения прыжкового теста до утомления с выявлением структурных изменений мышц, их капилляров и других энергообеспечивающих элементов с помощью методов биопсии, гисто- и цитохимии, световой и электронной микроскопии раскрывает врожденную предрасположенность систем исполнения и управления локомоторными движениями к нагрузкам различного характера, а также уровень резервных возможностей НМС в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам.

Важными диагностическими критериями резервных возможностей НМС являются выявленные морфофункциональные особенности адаптации и дезадаптации мышц к нагрузкам различной направленности, и особенности проявления декомпенсированного утомления.

Показатели морфофункционального состояния НМС являются важными для научно обоснованного отбора и спортивной ориентации, для определения уровня биологических резервов с целью совершенствования врожденных качеств, для выявления возможных функциональных нарушений на более ранних стадиях, либо скрытых неблагоприятных состояний с целью профилактики перегрузки организма спортсмена.

ФР определяются не только уровнем морфофункционального состояния НМС и физических качеств спортсмена, но также и характером их

взаимодействия, как между собой, так и со спортивным результатом, специальной работоспособностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мищенко В.С.* Физиологический мониторинг спортивной тренировки: современные подходы и направления совершенствования / В.С. Мищенко // Наука в олимпийском спорте. – №1 (6). – 1997. – С. 92-103.
2. *Радзиевский А.* О накоплении, расходовании и перераспределении функциональных резервов в организме человека / Радзиевский А., Приймаков А., Олешко В., Ящанин Н. // Наука в олимпийском спорте. – Киев, 2002. – №2. – С. 110-119.
3. *Щегольков А.Н.* Комплексная методика спортивной диагностики и отбора / А.Н. Щегольков, А.А. Приймаков, А.А. Пилашевич // Научно-методич. обеспечение системы подготовки квалифицированных спортсменов и спортивных резервов: Матер. науч.-практ. конф. – М.: ЦНИИФК, 1990. – Ч. 2. – С. 409-410.
4. *Щегольков А.Н.* Морфофункциональные признаки рациональной и нерациональной адаптации мышц и сердца к высоким тренировочным нагрузкам: / Щегольков А.Н., Приймаков А.А., Пилашевич А.А./ Современный Олимпийский спорт: Тези докл. науч. конф. – Киев.: Национальный Олимпийский комитет Украины КДФК, 1993. – С. 277-279.
5. *Ящанин Я.* Электрическая активность скелетных мышц, свойства двигательных единиц у лиц различного возраста и их изменения под влиянием спортивной тренировки / Я. Ящанин. – Киев: И-т физиологии АН Украины, 1983.
6. *Bosko C., Luhtanen P., Komi P.V.* A simple method for measurement of mechanical power in jumping. European Journal of Applied Physiology. – 1983. – 50, 273-282.

Подано до редакції 19.05.10

РЕЗЮМЕ

В работе представлена комплексная методика оценки предрасположенности нервно-мышечной системы спортсменов к нагрузкам различного характера. В качестве тестирующей нагрузки выполнялись вертикальные прыжки с места максимальной высоты до состояния стойкого снижения работоспособности на тензометрической динамоплатформе.

Ключевые слова: усилия, электрическая активность мышц, прыжки, спортсмены, работоспособность, утомление.

О.О. Приймаков, О.М. Щегольков, Ян Ящанин

КРИТЕРІЇ РЕЗЕРВНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОЇ СИСТЕМИ СПОРТСМЕНІВ ПРИ ВИКОНАННІ ШВИДКІСНО-СИЛОВОЇ РОБОТИ

РЕЗЮМЕ

У роботі представлена комплексна методика оцінки схильності нервово-м'язової системи спортсменів до навантажень різного характеру. Тестуючим навантаженням служили вертикальні стрибки з місця максимальної висоти до стану стійкого зниження працездатності на тензодинамометричній платформі.

Ключові слова: зусилля, електрична активність м'язів, стрибки, спортсмени, працездатність, стомлення.

A.A. Priymakov, A.N. Shegolkov, J. Jashchanin

CRITERIA OF RESERVE POSSIBILITIES OF SPORTSMEN'S NERVO-MUSCULAR SYSTEM DURING IMPLEMENTATION OF SPEED-POWER WORK

SUMMARY

The article presents a complex technique of estimating predispositions of sportsmen's nervo-muscular system to loadings of various characters. High standing jumps of the maximal height up to the state of steady descent in working capacity on the tenzometric dynamo platform were carried out as a testing loading.

Keywords: efforts, electric activity of muscles, jumps, athletes, capacity to work, fatigue.