

МОДУЛЯЦИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ А-МОТОНЕЙРОНОВ СПИННОГО МОЗГА У ЛЕГКОАТЛЕТОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Е.А. Михайлова, В.Ю. Ершов

Великолукская государственная академия физической культуры и спорта, Россия,
ershoff.valera@yandex.ru

Введение. Одним из путей подготовки спортсменов является внедрение в тренировочный процесс научнообоснованных методов управления на основе анализа информации физиологических и биологических параметров, позволяющих объективно оценивать функциональное состояние нервно-мышечного аппарата спортсменов [1]. В последние годы был сделан значительный шаг в развитии электронного оборудования, позволяющего получать более полную информацию о состоянии нейромоторного аппарата. В связи с этим возрос интерес отечественных и зарубежных исследователей к более глубокому изучению данного вопроса.

Бег является циклическим упражнением, регулирующимся центральной и периферической нервной системой [5]. Основными факторами, обеспечивающими успех в беге, являются мощность, развиваемая мышечными структурами, эффективность нервной иннервации и конституция спортсмена. Нервно-мышечная система обеспечивает необходимый уровень координации мышечных структур при движениях, такая координация развивается постоянными тренировочными занятиями [4]. Уровень рефлекторной возбудимости α -мотонейронов определяет реализацию простых рефлексов, которые в свою очередь влияют на проявление произвольной двигательной активности. Целью исследования явилось выявление изменений рефлекторной возбудимости скелетных мышц нижних конечностей спортсменов-легкоатлетов, на различных этапах подготовки.

Методика. Для оценки функционального состояния нервно-мышечного аппарата использовали стимуляционную электромиографию. Регистрировались мультисегментарные моносинаптические ответы билатеральных мышц по методике, предложенной G.Courtine et al. Накожная стимуляция спинномозговых нервов осуществлялась на уровне T₁₁-T₁₂. Определялась рефлекторная возбудимость мотонейронов *m.rectus femoris*, *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.tibialis anterior*, *m.soleus*. Выбор данных мышц, а соответственно расположение электродов при тестировании обусловлены наибольшей нагруженностью мышц в процессе бега, межмышечными взаимодействиями, композиционным составом мышц и возможностью сопоставления полученных результатов с литературными данными.

Биполярные электроды с межэлектродным расстоянием 2см устанавливались на брюшках билатеральных мышц ног. Со стороны позвоночника устанавливали катод между позвонками на уровне T₁₁ и T₁₂, два анода располагали билатерально по передней поверхности подвздошных

гребней. Отведение и регистрация биопотенциалов скелетных мышц осуществлялись с 8-ми каналов при одномоментной стимуляции с помощью комплекса «Мини-Электромиограф», предусматривающего обработку полученных данных по специальной компьютерной программе «Муо» (АНО «Возвращение», СПб, 2003). Регистрировались пороги для каждой из исследуемых мышц и максимальная амплитуда мультисегментарного моносинаптического рефлекса.

В исследовании принимали участие две группы легкоатлетов, в первую входили спортсмены, специализирующиеся в беге на короткие (n=6), во вторую - в беге на средние (n=6) дистанции в возрасте от 19 до 22 лет. Исследование было разрешено комитетом по биоэтике ВЛГАФК и соответствовало Хельсинской декларации.

Результаты исследования. Установлено, что у бегунов на средние дистанции рефлекторная возбудимость исследуемых мышц выше, чем у спринтеров (рис.1). Величина порогового раздражения для бегунов на средние дистанции составила 40,0-45,0 мА, у спринтеров пороги обнаруживались при силе стимуляции 45,2-48,3 мА. Различия достоверны между данными тестируемых групп для билатеральных мышц *rectus femoris*, *gastrocnemius caput mediale* и *soleus* нижних конечностей ($p < 0.05$).

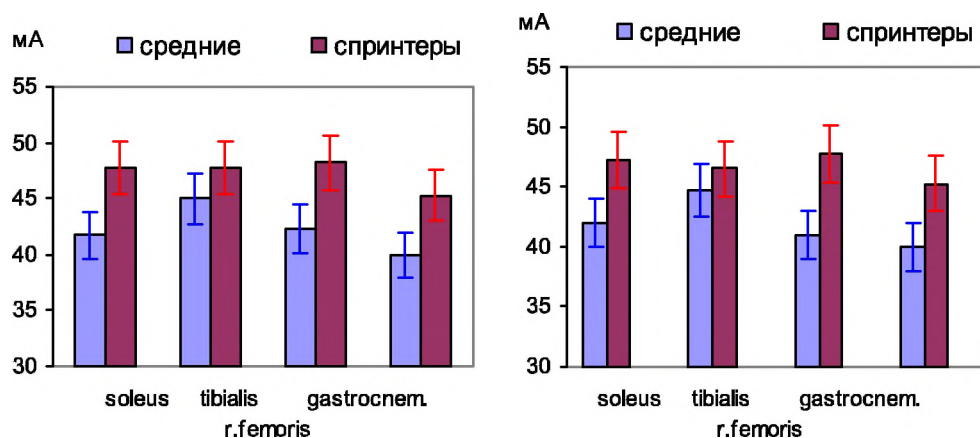


Рисунок 1 – Пороги MMRs мышц 1 - левой, 2 - правой нижней конечности, (мА).

Анализ значений амплитуды максимальных ответов показал, что наибольшие ее величины регистрируются при электрической стимуляции афферентов *m. soleus*, а наименьшие *m. tibialis anterior* (рис.2). Максимальная амплитуда *m. rectus femoris*, *m. gastrocnemius caput mediale*, *m. soleus* у бегунов на средние дистанции в состоянии относительного мышечного покоя выше чем, у спринтеров ($p < 0.05$), но при этом и вес средневиков был меньше, чем вес бегунов на короткие дистанции.

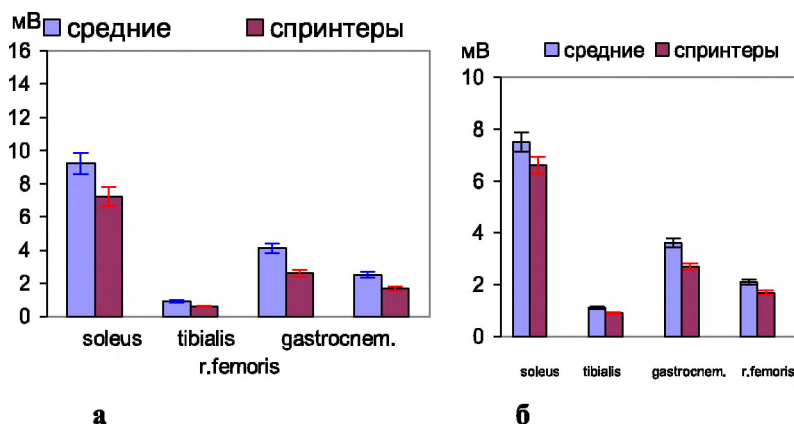


Рисунок 2 – Амплитуда мультисегментарных моносинаптических ответов мышц а - левой, б - правой нижней конечности, (мВ).

Полученные ранее данные свидетельствуют, что у спортсменов амплитуда регистрируемых ответов превышает соответствующий показатель не занимающихся спортом [2]. Можем предположить, что выполнение спортсменами тренировочных нагрузок вызывает увеличение рефлекторной возбудимости высокопороговых α -мотонейронов тех мышечных волокон, которые задействованы

при выполнении специфических движений. Различия между группами спортсменов дают основание полагать, что функциональный статус нервно-мышечного аппарата нижних конечностей связан с особенностями двигательной деятельности, в частности, спортивной специализации.

Остается малоизученным вопрос функционального состояния организма спортсменов с позиции оценки нейромоторной системы на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям, то есть в условиях предъявляющих повышенные требования ко всем функциям организма. Поэтому вторая часть нашего исследования была посвящена выявлению изменения возбудимости спинальных центров у спринтеров и бегунов на средние дистанции на этапе зимних соревнований.

Сравнительный анализ показал, что в состоянии относительного мышечного покоя в соревновательном периоде наблюдалось достоверное повышение порога рефлекторных ответов как у спринтеров, так и представителей бега на средние дистанции (рис 3).

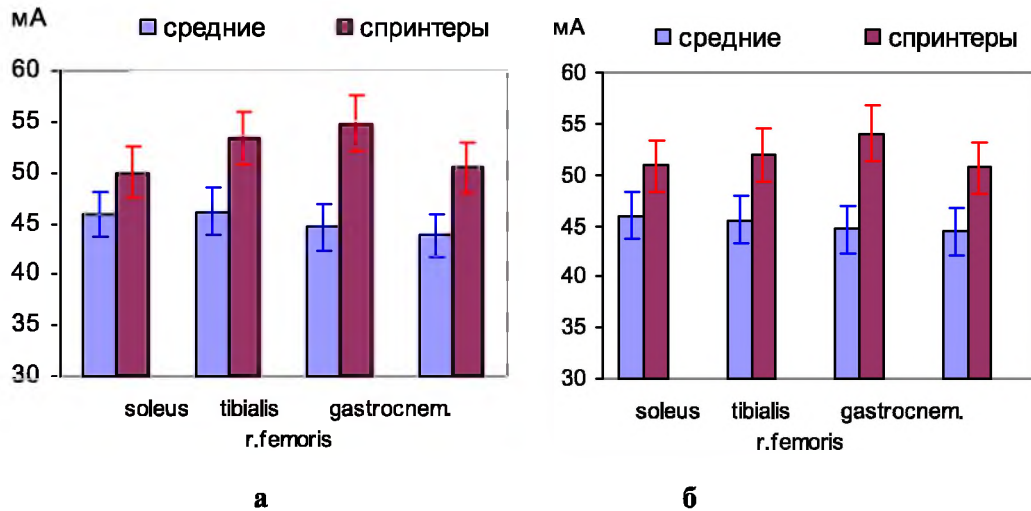


Рисунок 3 – Пороги MMRs мышц 1 - левой, 2 - правой нижней конечности, в соревновательном периоде(мА)

У бегунов на короткие и средние дистанции возбудимость спинальных мотонейронов в соревновательном периоде возрастает (рис.4), причем у средневикиков более значительно, чем у спринтеров.

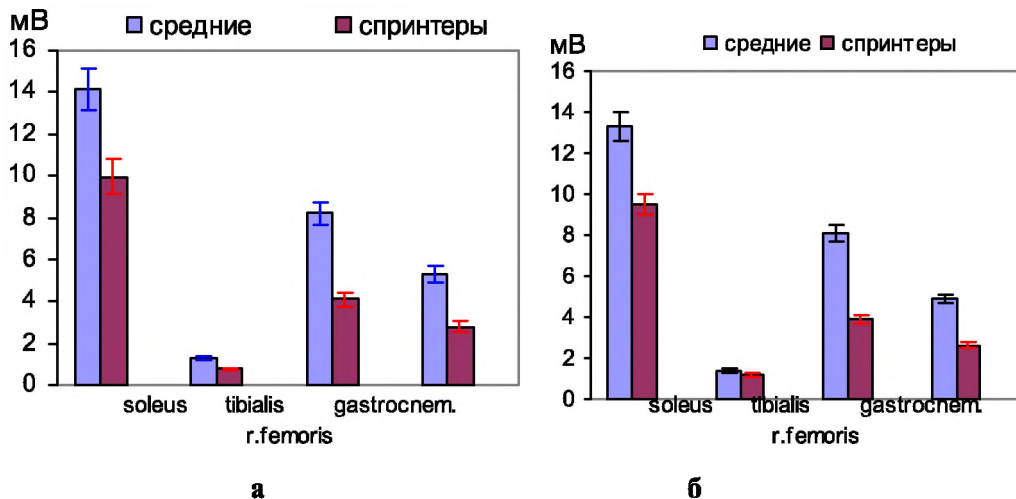


Рисунок 4 – Амплитуда мультисегментарных моносинаптических ответов мышц а - левой, б - правой нижней конечности в соревновательном периоде (мВ).

Повышение амплитуды рефлекторных ответов спринтеров *m.soleus*, *m.tibialis anterior*, *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.rectus femoris* левой нижней конечности составило 27,3; 21,7; 36,6 и 39,6% соответственно. В тоже время у бегунов на средние дистанции повышение данного показателя составило 34,8; 30,8; 50 и 52,9%. Для билатеральных мышц у спринтеров 30,6; 26,5; 30,8 и 35,9%, у средневикиков 43,7; 22; 56 и 57,2. Возможно, это связано с тем, что мышцы представителей бега на средние дистанции имеют больше медленных мотонейронов, которые обладают

более эффективными моносинаптическими связями с афферентами I группы, по сравнению с быстрыми мотонейронами.

Наибольшее увеличение амплитуды моносинаптических ответов характерно для *m.gastrocnemius caput mediale*, *m.rectus femoris* правой и левой конечности в обеих группах. Очевидно, большее повышение возбудимости, здесь связано с большим воздействием нагрузки на мышцы. При выступлении на соревновательных дистанциях спортсмены установили личные рекорды или повторили свой высший результат. Следовательно, повышение величины порогового раздражения и максимальной амплитуды не оказывает негативного влияния на соревновательные результаты.

Выводы. У бегунов на средние дистанции возбудимость спинальных мотонейронов через моносинаптическую рефлекторную дугу в состоянии покоя выше, чем у бегунов на короткие дистанции. В соревновательном периоде у бегунов на короткие и средние дистанции возбудимость спинальных мотонейронов возрастает.

Полученные результаты исследования расширяют представления в области физиологии спорта о механизмах адаптации организма к мышечной деятельности, и, в частности, об особенностях регуляции. Использованный метод регистрации возбудимости спинальных мотонейронов чувствителен для оценки процессов адаптации нервно-моторного аппарата человека и может быть использован для оценки подготовленности спортсмена к соревнованиям.

Литература:

1. Озолин, Н.Г. Настольная книга тренера: наука побеждать / Н.Г. Озолин. – М.: Издательство Астрель, ООО «Изд-во АСТ», 2002. – 864 с.
2. Поварещенкова Ю.А., Петров Д.А. Изучение возбудимости эфферентов мышц нижних конечностей у спортсменов // Проблемы развития физической культуры и спорта в странах Балтийского региона: Сборник статей Всероссийской с международным участием научно-практической конференции (17-19 марта 2009г.)/Под общ.ред. доктора биол. наук, профессора Р.М. Городничева.- Великие Луки: ВЛГАФК, 2009.- С. 493-496
3. G. Courtine, S.J. Harkema, Ch.J. Dy et al. (2007). J. Physiology; 582; 1125-1139
4. Gambetta et al (1989). Sprints and relays. In: V.Gambetta (Ed.), The Athletic's Congress track and field coaching manual 2nd ed., 55-71. Champaign, Ill.: Leisure Press.
5. M. Coh and K. Tomazin. (2005). Biomechanical characteristics of female sprinters during the acceleration phase and maximum speed phase. Modern Athlete and Coach, 43(4), 3-9.