

**И. А. Назаренко, К. К. Бондаренко, С. В. Мартинович**

## **ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНОГО ТОНУСА У ЮНЫХ БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

*Статья посвящена вопросам изменения функционального состояния скелетных мышц юных бегунов на средние дистанции при серийном выполнении специальных беговых упражнений. Определен характер частоты колебания скелетных мышц в расслабленном и напряженном состояниях как ответная реакция скелетных мышц на предлагаемую нагрузочную деятельность.*

Подготовка юных бегунов на средние дистанции подразумевает постоянную коррекцию тренировочного процесса. Она характеризуется высокими нагрузками, направленными на одновременное развитие у спортсмена выносливости и быстроты движений [5]. Для достижения наивысшего и стабильного спортивного результата соревновательная и тренировочная деятельность спортсмена должна осуществляться на околопредельных и даже предельных возможностях организма [4]. Это предполагает поиск средств и методов эффективного воздействия на организм юного спортсмена.

Сочетание разнонаправленных нагрузок для развития физических качеств требует от юных бегунов на средние дистанции достижения высокого уровня аэробно-анаэробных возможностей [6]. Это предполагает функционирование всех без исключения систем организма в соответствующих режимах работы как в тренировочной, так и в соревновательной деятельности [2].

Из-за недостаточности объективных и неинвазивных средств контроля за функциональным состоянием организма юного спортсмена, влияние физической нагрузки не всегда учитываются тренерами при организации и планировании тренировочного процесса [1, 8]. Данные особенности подготовки юных бегунов, специализирующихся в беге на средние дистанции, предполагают потребность поиска новых путей в повышении их качества для эффективности управления тренировочным процессом на основе коррекции тренировочной нагрузки в зависимости от функционального состояния скелетных мышц спортсмена [7, 9].

В соответствии с положением о соразмерности развития и утилизации основных физических качеств, необходимо обеспечить оптимальное соотношение развития физических качеств и их эффективную реализацию в соревновательной и тренировочной деятельности юных спортсменов, учитывая возрастные особенности организма детей и подростков [3].

Первоначально в нашем исследовании был проведён констатирующий эксперимент по определению функционального состояния организма юных бегунов на средние дистанции при выполнении наиболее распространённых тренировочных средств.

Для определения адекватности восприятия скелетными мышцами юных спортсменов тренировочных упражнений, наиболее часто используемых на тренировочных занятиях и соответствующих учебной программе бега на средние дистанции, было проведено миометрическое исследование при их серийном выполнении.

В качестве тестовых заданий в соответствии с учебной программой были выбраны:

1. Для выполнения на общеподготовительном этапе:
  - на совершенствование техники бега: бег 200 м – 10 раз переменным методом, со скоростью 70-80% от максимальной;
  - на развитие специальной выносливости: бег 400 м – 6 раз интервальным методом, со скоростью 70-80% от максимальной;
  - на развитие силовой выносливости: комплекс прыжковых упражнений: серийное выполнение 600 отталкиваний повторным методом;

2. Для выполнения на специально-подготовительном этапе:

– на совершенствование техники бега: бег 300 м – 10 раз переменным методом, со скоростью 80-90% от максимальной;

– на развитие специальной выносливости: бег 250 м – 8 раз интервальным методом, со скоростью 90-95% от максимальной;

– на развитие скоростно-силовых качеств: бег 120 м – 8 раз интервальным методом, со скоростью 96-100% от максимальной;

Миометрическое тестирование проводилось для трех мышц, а именно: латеральной головки икроножной мышцы (*m. gastrocnemius (Gastr)*), двуглавой мышцы бедра (*m. biceps femoris (BiFem)*) и прямой головки четырехглавой мышцы бедра (*m. rectus femoris (ReFem)*). Тестирование функционального состояния скелетных мышц проводилось перед началом выполнения упражнения и после каждого пробега во время отдыха, либо между сериями выполнения прыжковых упражнений.

Для определения функционального состояния скелетных мышц использовался один из трёх основных параметров, а именно, частота колебания мышцы в расслабленном состоянии, характеризующая её тонус, на основании которого можно определить её напряженность. Для всех трёх мышц, диапазон нормы частоты колебания составляет от 11 до 15 Гц.

Выполнение основных тренировочных средств, применяемых в тренировочном процессе юных бегунов на средние дистанции, осуществлялось в условиях стадиона. Первоначально определялся исходный уровень мышечного тонуса. Последующие процедуры тестирования осуществлялись во время пауз отдыха между выполнением упражнения. Результаты изменения мышечного тонуса анализировались на основании средних значений показателей трёх скелетных мышц семи юных спортсменов.

При выполнении 10 серий пробега 200 м со скоростью 70-80% от максимальной, было определено, что параметры частоты колебания латеральной головки икроножной мышцы и прямой головки четырехглавой мышцы бедра находятся в диапазоне нормы на протяжении всех десяти серий. Вместе с тем, у двуглавой мышцы бедра отмечается повышение мышечного тонуса и выход показателя за границу нормы, определяющуюся частотой колебания 15 Гц (на рисунке выделено красным цветом), что может свидетельствовать о снижении её функциональности в результате сокращения площади поперечного сечения кровеносных и лимфических сосудов, включая капилляры [10]. Это предполагает, что выполнение данного упражнения ограничено семью повторениями (рисунок 1).

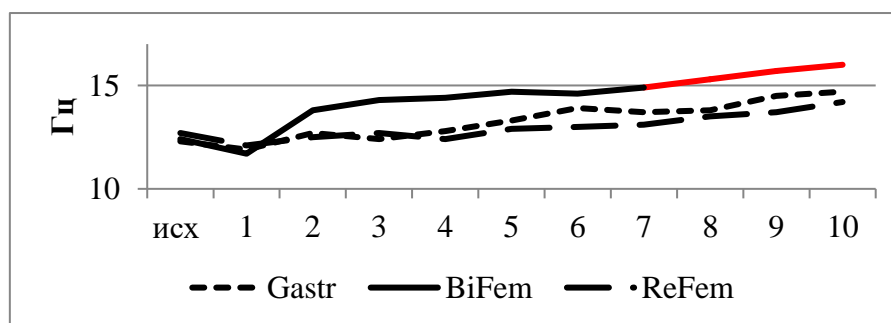


Рисунок 1 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении бега 200 м со скоростью 70-80% от максимальной

При выполнении шести серий бега 400 м интервальным методом со скоростью 70-80% от максимальной, наряду с высоким мышечным тонусом после пятой серии у двуглавой мышцы бедра, аналогичный показатель отмечается и у прямой головки четырехглавой мышцы бедра. Мышечный тонус латеральной головки икроножной мышцы находится в пределах нормы, что свидетельствует об адекватности выполнения данной нагрузки не более 5 раз (рисунок 2).

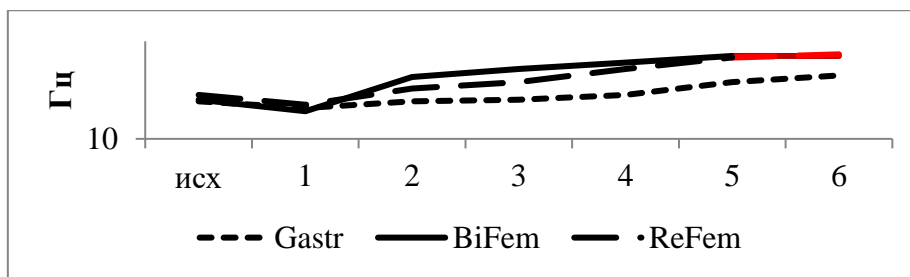


Рисунок 2 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении бега 400 м со скоростью 70-80% от максимальной

Результаты тестирования мышечного тонуса свидетельствуют об адекватном восприятии мышцами передней и задней поверхностями бедра. Вместе с тем, мышечный тонус латеральной головки икроножной мышцы после восьмой серии прыжкового упражнения выходит за границу нормы, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего выполнения упражнения (рисунок 3).

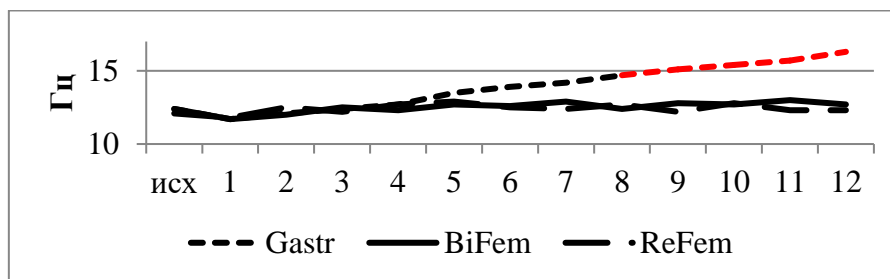


Рисунок 3 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении отталкиваний в прыжках на ступеньках

Прыжковая работа выполнялась на ступеньках стадиона с высотой ступени 12 см. В прыжковом упражнении выполнялось одно спрыгивание на плюсовой части стоп на нижнюю ступеньку с последующим поочерёдным быстрым запрыгиванием на две верхние ступеньки. Выполнялось 12 серий с 50 отталкиваниями в одной серии.

Выполнение 10 раз бега 300 м переменным методом со скоростью 80-90% от максимальной позволило выявить адекватность выполнения нагрузки не более 5-6 раз. В частности, несмотря на тенденцию повышения мышечного тонуса у латеральной головки икроножной мышцы, по окончании десятого пробегания, частота её колебания не превысила показатель в 15 Гц. Для прямой головки четырёхглавой мышцы бедра показатель адекватности восприятия ограничен восемью повторениями. Основное напряжение приходится на мышцы задней поверхности бедра, что и ограничивает выполнение нагрузки вышеуказанными показателями (рисунок 4).

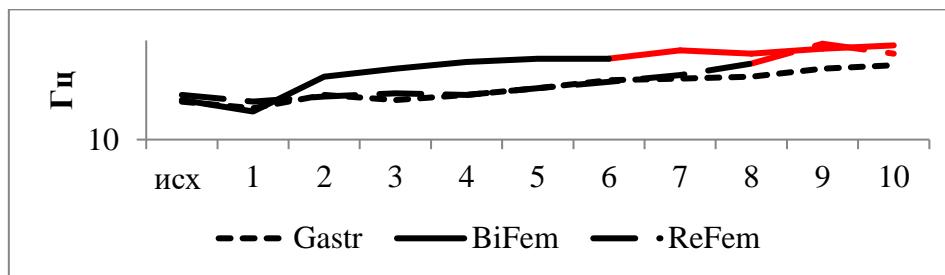


Рисунок 4 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении бега 300 м со скоростью 80-90% от максимальной

При выполнении упражнения на развитие специальной выносливости – бег 250 м интервальным методом со скоростью 90-95% от максимальной, было выполнено восемь пробеганий. На протяжении всего периода выполнения нагрузки, функциональное состояние латеральной головки икроножной мышцы существенно не изменило частоту колебания и соответствовало норме. В тоже время, частота колебаний прямой головки четырёхглавой мышцы бедра после пятого пробегания превысила показатель 15 Гц, что свидетельствовало о негативном прогнозе продолжения физической нагрузки в заданном режиме. При этом, показатели мышцы задней поверхности бедра уже после четвёртого повторения вышли за границы нормы. Следует сказать, что частота колебания данной скелетной мышцы находилась у верхней границы нормы уже после третьего повторения (рисунок 5). Данные параметры функционального состояния скелетных мышц ног свидетельствуют, что количественные показатели повторности выполнения упражнения при заданном режиме нагрузки не должны превышать 3-4 раза.

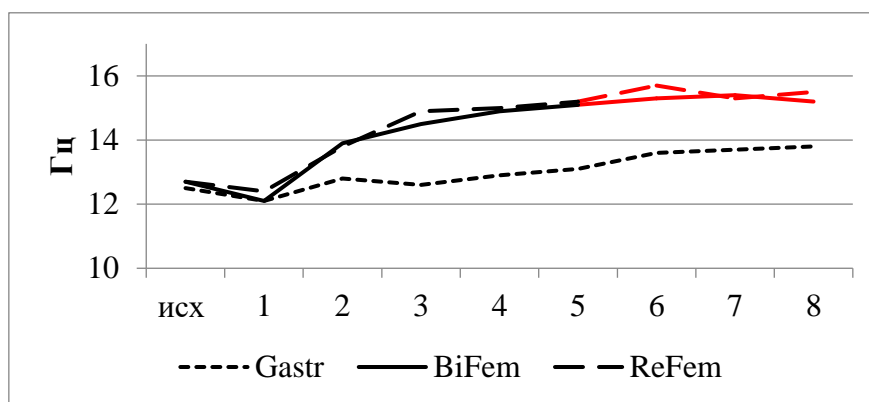


Рисунок 5 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении бега 250 м со скоростью 90-95% от максимальной

В беге на 120 м интервальным методом, со скоростью 96-100% от максимальной, было выполнено 8 повторений. Так же, как и в предыдущих беговых упражнениях, параметры функционального состояния латеральной икроножной мышцы находились в пределах нормы. Выход за границы нормальной частоты колебания для прямой головки четырёхглавой мышцы бедра произошёл после пятого повторения, а для двуглавой мышцы бедра – после шестого повторения (рисунок 6). Это предполагает применение в тренировочном занятии нагрузки в заданном режиме не более пяти повторений.

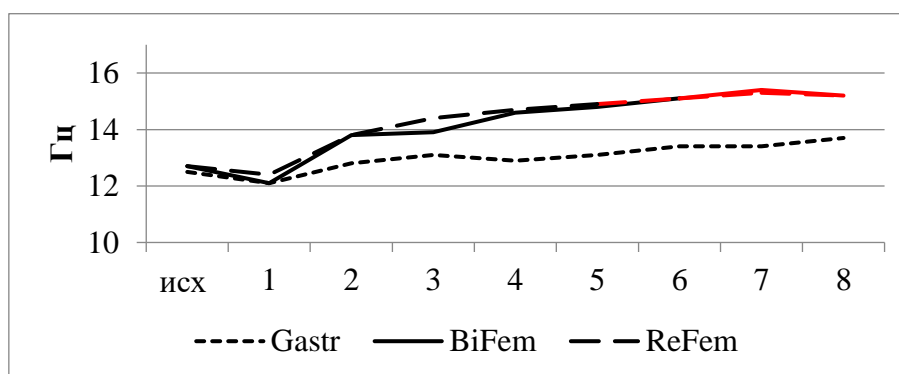


Рисунок 6 – Динамика частоты колебаний скелетных мышц при серийном выполнении бега 120 м со скоростью 96-100% от максимальной

Определение информативных показателей восприятия организмом юных бегунов на средние дистанции нагрузочной деятельности в различных тренировочных зонах позволяет

своевременно вносить коррекцию в учебно-тренировочный процесс и не допускать перенапряжение функциональных систем организма юных спортсменов. В частности, при выполнении бега 400 м интервальным методом со скоростью 70-80% от максимальной, количество выполняемых повторений допустимо не более 5 раз. При пробегании 200 м со скоростью 70-80% от максимальной, выполнение данного упражнения ограничено семью повторениями. Выполнялось прыжковой работы на низкой ступеньке при пятидесяти отталкиваниях в одной серии целесообразно выполнять не более восьми раз. Адекватность выполнения нагрузки при беге на 300 м переменным методом со скоростью 80-90% от максимальной составляет не более 5-6 раз. При выполнении упражнения в беге на 250 м интервальным методом со скоростью 90-95% от максимальной, количественные показатели повторности выполнения упражнения при заданном режиме нагрузки не должны превышать 3-4 раза. В беге на 120 м интервальным методом, со скоростью 96-100% от максимальной, нагрузка в заданном режиме должна составлять не более пяти повторений.

### Список использованной литературы

1. Бондаренко, К. К. Структура тренировочных нагрузок 15-16-летних бегунов на короткие дистанции в годичном цикле подготовки / К. К. Бондаренко, В. Г. Никитушкин // Теория и практика физической культуры. – 1996. – № 8. – С. 29-32.
2. Бондаренко, К. К. Особенности функционального состояния скелетных мышц бегунов на короткие дистанции / К. К. Бондаренко, А. Е. Бондаренко // Спорт высших достижений: интеграция науки и практики, Уфа, 16 апреля 2018 года. – Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2018. – С. 21-25.
3. Квашук, П. В. Дифференцированный подход к построению тренировочного процесса юных спортсменов на этапах многолетней подготовки / П. В. Квашук // Вестник спортивной науки. – 2003. – № 1. – С. 32–35.
4. Кинематические и динамические параметры финальной стадии метания копья / К. К. Бондаренко, А. Е. Бондаренко, В. А. Боровая [и др.] // Российский журнал биомеханики. – 2022. – Т. 26, № 1. – С. 95-107.
5. Кузнецова, Н. А. Исследование влияния планирования содержания занятий в секции лёгкой атлетики для 14-15-летних бегунов на средние дистанции на результаты тренировочного процесса / Н. А. Кузнецова, Ю. В. Дегтярева // Международный журнал экспериментального образования. – 2021. – № 6. – С. 31-35.
6. Методика развития специальных физических качеств у бегунов на средние дистанции с установлением интенсивности используемых средств / Ю. Н. Роганова, Е. Е. Соколов, К. А. Кумирова, Е. А. Осокина // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2021. – № 10(200). – С. 335-340.
7. Назаренко, И. А. Коррекция тренировочных нагрузок юных бегунов на средние дистанции на основе учёта функционального состояния скелетных мышц / И. А. Назаренко, К. К. Бондаренко, Н. В. Ерохова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 6(220). – С. 253-257.
8. Попов, А. Г. Параметры бега на средние дистанции у юных спортсменов как фактор эффективности реализации их двигательных возможностей / А. Г. Попов, В. А. Кудинова, Е. Г. Сакян // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 3(181). – С. 355-358.
9. Bondarenko, K. K. Biomechanical interpretation of skeletal muscles miometry for sportsmen / K. K. Bondarenko, D. A. Chernous, S. V. Shilko // Russian Journal of Biomechanics. – 2009. – Vol. 13, No. 1. – P. 7-17.
10. Shilko, S. V. A method for in vivo estimation of viscoelastic characteristics of skeletal muscles / S. V. Shilko, D. A. Chernous, K. K. Bondarenko // Russian Journal of Biomechanics. – 2007. – Vol. 11, No. 1. – P. 44-53.