

Организация спортивной подготовки квалифицированных прыгунов в длину с использованием активности фермента крови

Гривцов Лев Константинович

Сухарева Светлана Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург

Аннотация. Понимание уникальных свойств организма спортсмена играет важную роль в управлении его спортивной подготовкой. Биохимический анализ является точным и эффективным методом определения реакции организма спортсмена на нагрузку.

Цель исследования – индивидуализация тренировочного процесса квалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в прыжках в длину, путем регулирования объема нагрузок в подготовительном периоде на основе показателей активности ферментов крови.

Методы исследования: биохимическое исследование крови, педагогическое тестирование, педагогический эксперимент, статистический анализ полученных данных.

Результаты исследования и выводы. Установлена взаимосвязь между концентрацией фермента креатинкиназы в крови и уровнем физической подготовленности прыгунов в длину. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что мониторинг показателя креатинкиназы у прыгунов в длину дает возможность индивидуализировать тренировочный процесс и повысить показатели физической подготовленности.

Ключевые слова: легкая атлетика, прыжки в длину, биохимия спорта, креатинкиназа, индивидуализация тренировочного процесса, биомаркеры крови.

Organization of sports training for qualified long jumpers using blood enzyme activity

Grivtsov Lev Konstantinovich

Sukhareva Svetlana Mikhailovna, candidate of pedagogical sciences, associate professor

Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health, St. Petersburg

Abstract. Understanding the unique characteristics of an athlete's body plays an important role in managing their sports training. Biochemical analysis is an accurate and effective method for determining the athlete's response to physical exertion.

The purpose of the study is to individualize the training process of qualified track and field athletes specializing in long jump by adjusting the training load volume during the preparatory period based on blood enzyme activity indicators.

Research methods: biochemical blood analysis, pedagogical testing, pedagogical experiment, statistical analysis of the obtained data.

Research results and conclusions. A correlation has been established between the concentration of the enzyme creatine kinase in the blood and the level of physical fitness of long jumpers. The results obtained allow to conclude that monitoring the creatine kinase levels in long jumpers provides an opportunity to individualize the training process and improve physical fitness performance.

Keywords: athletics, long jump, sports biochemistry, creatine kinase, individualization of the training process, blood biomarkers.

ВВЕДЕНИЕ. Понимание индивидуальных особенностей организма играет ключевую роль в регулировании спортивной подготовки и управлении тренировочными нагрузками. Биохимический анализ является точным и действенным методом определения реакции организма спортсмена на нагрузку. Для биохимического изучения используют образцы выдыхаемого воздуха, различные биологические жидкости (кровь, моча, слюна, пот), а также мышечную ткань [1].

Одной из целей биохимического контроля атлетов является создание системы рекомендаций по оптимизации персональных и коллективных планов тренировок, а также соревновательной деятельности [2]. Кроме того, необходимо отметить, что с целью оценки показателей здоровья высококвалифицированных атлетов важно учитывать специфические характеристики, отражающие их физическое состояние.

Такие маркеры позволяют выявить степень реакции организма спортсмена на физические нагрузки и отличать здоровое состояние от потенциальных отклонений [3].

Основной трудностью при применении креатинкиназы (КФК) в качестве признака переутомления является её индивидуальный характер. Несмотря на это, некоторые научные работы предлагают ориентироваться на диапазон нормы 100–250 единиц на литр и учитывать индивидуальные особенности каждого человека. Наибольший интерес при изучении повреждений мышц вызывает изменение уровня КФК [4]. Повышение уровня активности креатинкиназы у спортсменов, превышающее значения обычных людей, активно выполняющих тренировочные работы, свидетельствует о высоких адаптационных способностях организма. Установлено, что высокий показатель КФК прямо коррелирует с высоким уровнем подготовленности спортсмена [5].

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Экспериментальная часть исследования была организована в несколько этапов. На первом этапе были сформированы 2 равные группы спортсменов 1 разряда, специализирующихся в прыжках в длину. Возраст спортсменов 19–21 год. Распределение по группам производилось на основании оценки уровня физической подготовленности по следующим тестам: прыжок в длину и в высоту с места (см), бег на 30 м (с), бросок ядра снизу-вперед-вверх.

Далее был разработан план спортивной подготовки, состоящий из 5 тренировочных циклов. В экспериментальной группе оценка подготовленности и забор с последующим анализом крови для определения уровня активности фермента креатинкиназы в сыворотке осуществлялись в один день в конце каждого цикла. Показатель активности фермента в крови определялся с помощью автоматического биохимического анализатора.

Спортсмены, состоящие в контрольной группе, в течение всего эксперимента выполняли запланированный в начале тренировочных циклов объем нагрузки без изменений. Атлетам, находившимся в экспериментальной группе, после каждого из этапов давались соответствующие рекомендации по изменению объема тренировочной нагрузки на последующем этапе. Показатель данных изменений рассчитывался индивидуально для каждого прыгуна и определялся на основе активности креатинкиназы конкретного спортсмена за рассматриваемый этап тренировки. Рекомендации для спортсменов экспериментальной группы затрагивали исключительно объем выполняемой нагрузки. Средства, а также интенсивность тренировок в процессе эксперимента у обеих групп были идентичными.

Суть разработанной методики индивидуализации физической подготовки состояла в следующем: при получении показателей активности фермента, а также результатов тестирований физической подготовленности, после определенного этапа, выполнялся анализ данных выбранных критериев. Если активность фермента значительно увеличивалась (более чем в два раза по сравнению с предыдущим измерением) и при этом результаты тестирования ухудшались, спортсмену советовали уменьшить тренировочную нагрузку на следующем этапе на 15%. В случае, когда уровень креатинкиназы поднимался более чем в три раза, рекомендовалось сократить нагрузку на 25%. Если же наблюдалось понижение или незначительное повышение уровня КФК, то на следующем этапе рекомендовалось увеличить объем нагрузки в пределах от 10% до 25%.

Кроме того, второстепенное значение имели показатели тестирований физической подготовленности спортсменов. При одновременном снижении и повышении различных показателей тестирований на одном из этапов, на фоне незначительного (менее чем в два раза) повышения показателя активности фермента, спортсмену давалась рекомендация по соответствующему снижению/повышению объема силового, прыжкового или бегового компонента выполняемой нагрузки. Например, показатель КФК повысился в 1,5 раза, при этом 3 из 4 показателей физической подготовленности продемонстрировали значительный прирост. В таком случае спортсмену предлагалось повышение всех компонентов нагрузки, помимо того, которому соответствует данное тестирование.

Корректировка процесса физической подготовки атлетов длилась в течение шести недель эксперимента при общей продолжительности в десять недель. По окончании эксперимента тестирования физической подготовленности были проведены повторно, все полученные данные собраны, обработаны и проанализированы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Рекомендации по изменению объема нагрузки давались испытуемым экспериментальной группы после получения результатов анализа креатинкиназы 2-го, 3-го и 4-го этапов. Каждая рекомендация была направлена на определенный компонент нагрузки и распространялась только на следующий цикл тренировочного процесса до его окончания, индивидуально для каждого спортсмена. Конкретный процент рекомендуемых изменений высчитывался от предварительного плана тренировочного процесса на следующий этап подготовки.

Изменения показателей физической подготовки и креатинкиназы экспериментальной группы на первом и втором этапах эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика показателей тестирований физической подготовки и активности креатинкиназы у испытуемых на 1 и 2 этапах эксперимента

№ участника	Тестирование физ. подготовки				Активность фермента (ед./л)		Рекомендации по коррекции объема запланированной нагрузки	
	1-2 этап				1 этап	2 этап		
	Тест 1 (%)	Тест 2 (%)	Тест 3 (%)	Тест 4 (%)				
1	+2,44	+5,26	+2,90	0,00	251	386	Повышение всех видов нагрузки на 15%, за исключением прыжкового компонента.	
2	+2,06	+2,56	+1,74	0,00	198	103	Повышение всех видов нагрузки на 20%, за исключением прыжкового компонента.	
3	+1,44	-2,50	-1,45	-3,03	440	983	Снижение всех видов нагрузки на 15%.	
4	+3,14	+5,13	+4,26	+1,43	237	404	Повышение всех видов нагрузки на 10%, кроме силового компонента.	
5	+3,79	+5,00	+4,35	+2,82	170	148	Повышение всех видов нагрузки на 15%.	

Прирост показателя тестирования в процентах отмечается знаком «+», снижение показателя – соответственно «-». Таблица содержит описание рекомендаций для каждого спортсмена, основанных на показателях, которые были получены на

указанных этапах. Расшифровка указанных в таблице 1 тестирований физической подготовки: Тест 1 – прыжок в длину с места; Тест 2 – бег 30 м; Тест 3 – метание ядра снизу вперед-вверх; Тест 4 – проба Абалакова.

Анализируя полученные данные, необходимо отметить значительные индивидуальные различия в реакциях организма испытуемых на физическую нагрузку. Таким образом, у третьего испытуемого отмечается выраженное двухкратное увеличение уровня креатинкиназы, что отражает высокий уровень повреждений мышечной ткани и последующее поступление фермента в кровоток. Подобная динамика позволяет предположить, что предложенный тренировочный объем оказался чрезмерным для данного атлета-прыгуна. Дополнительно следует отметить существенное ухудшение большинства показателей тестирований физической подготовленности. Исходя из указанных обстоятельств, испытуемому была дана рекомендация по снижению общего объема нагрузок на последующем этапе исследования.

У первого и четвертого спортсменов экспериментальной группы зафиксировано умеренное повышение активности креатинкиназы наряду с положительной динамикой ряда ключевых показателей физического тестирования. Этот факт свидетельствует о постепенном процессе адаптации организма к предъявленным нагрузкам на данном этапе. Таким образом, атлетам было рекомендовано увеличить объем нагрузки на следующем этапе эксперимента. Однако объем прыжковых упражнений для первого испытуемого было рекомендовано оставить неизменным. Данное решение было принято по причине отсутствия положительной динамики в пробе Абалакова при повышении остальных показателей тестирования. Кроме того, для четвертого испытуемого было предложено не изменять объем силовой нагрузки. Данная рекомендация была выдвинута по причине близкого к двухкратному приросту активности креатинкиназы при повышении показателей тестирования физической подготовленности, при этом достоверно наиболее значительном влиянии именно силового компонента на повышение активности фермента в крови.

У испытуемых 2 и 5 наблюдалось некоторое снижение содержания КФК, что свидетельствует о высокой степени адаптации организма к полученной ранее нагрузке. Следовательно, в ходе следующего цикла подготовки целесообразно существенно увеличить количество выполняемой силовой и беговой нагрузки. Однако объем прыжковой работы у второго испытуемого был сохранен на прежнем уровне по указанным выше основаниям.

На каждом из этапов исследования происходил забор крови с целью определения показателя креатинкиназы. Пример изменения показателей представлен на рисунке 1. Таким образом, можно заметить, что для испытуемого 1 было рекомендовано снижение нагрузки на 3-м и 4-м этапах эксперимента, при этом незначительное повышение на втором этапе. У испытуемого 2 на втором и третьем этапах было рекомендовано повышение выполняемого тренировочного объема, на четвертом этапе же — его снижение, связанное с многократным ростом показателя КФК. Спортсмену 4 на втором и третьем этапах эксперимента рекомендовалось понизить тренировочный объем, в то время как на четвертом этапе целесообразно было незначительно увеличить данный показатель.

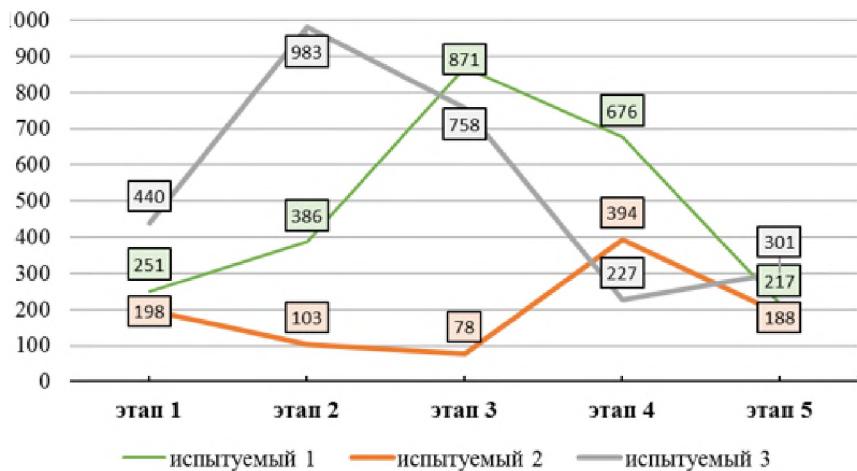


Рисунок 1 – Изменение показателя креатинкиназы у испытуемых № 1, 2, 3 на всех этапах исследования

По окончании эксперимента среди испытуемых обеих групп было проведено заключительное тестирование физической подготовленности (табл. 2).

Таблица 2 – Оценка уровня физической подготовленности контрольной и экспериментальной групп

Тест	КГ до	КГ после	P	ЭГ до	ЭГ после	P
Бег 30 м (с)	3,94±0,02	3,88±0,02	<0,05	4,00±0,03	3,84±0,02	<0,05
Прыжок в длину с места (см)	283,60±2,04	289,40±1,63	≥0,05	282,00±2,43	296,00±2,55	<0,05
Метание ядра снизу-вперед-вверх (м)	13,75±0,18	14,18±0,17	<0,05	13,76±0,14	14,43±0,19	<0,05
Проба Абала-кова (см)	69,60±0,75	71,0±0,32	≥0,05	69,80±0,58	72,00±0,84	<0,05

По итогам эксперимента отмечается положительная динамика в результатах тестирования среди представителей контрольной группы, однако лишь в половине показателей был продемонстрирован достоверный прирост. У участников экспериментальной группы фиксируется положительный прирост абсолютно во всех видах тестирования. Данный факт подкрепляется полученными данными статистики, согласно которым величина р-значений во всех выполненных испытаниях находится ниже критического порога в 0,05.

Таким образом, проведённый анализ показателей физической подготовки и активности креатинкиназы позволил индивидуализировать тренировочный процесс каждого конкретного атлета, учитывая особенности реакций организма на предыдущую нагрузку и специфику изменения различных функциональных характеристик.

ВЫВОДЫ. Эффективность методики индивидуализации физической подготовки на основе использования показателей активности креатинкиназы у квалифицированных прыгунов в длину в подготовительном периоде подтверждается результатами тестирования физической подготовленности испытуемых экспериментальной и контрольной групп. Методика позволяет повысить уровень физической подготовленности спортсменов-прыгунов и может применяться тренерами по данной дисциплине в процессе подготовки. Показатель креатинкиназы крови может использоваться для индивидуализации объема тренировочной нагрузки и определения текущего состояния спортсменов.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шамитова Е. Н., Александрова Н. Л., Михайлова К. Н. Биохимический контроль реакции организма на повышенную физическую нагрузку // Научное обозрение. Биологические науки. 2018. № 2. С. 27–31. EDN: XQZFUD.
2. Раджабкадиев Р. М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам // Наука и спорт: современные тенденции. 2019. Т. 7, № 2. С. 81–91. EDN: QQXSAX.
3. Мониторинг активности ферментов в спорте высших достижений / Рыбина И. Л., Нехвядович А. И., Будко А. Н., Мороз Е. А. // Прикладная спортивная наука. 2017. № 2 (6). С. 62–71. EDN: ZWMRHD
4. Лабораторный мониторинг состояния организма у спортсменов / Дорофеев В. В., Соколова Ф. М., Цветков С. А., Олисов Д. Г. // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгахта. 2013. № 6 (100). С. 159–163. EDN: QIXSYZ.
5. Бутова О. А., Масалов С. В. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 1. С. 123–128. EDN: NUMJAZ.

REFERENCES

1. Shamitova E. N., Alexandrova N. L., Mikhailova K. N. (2018), “Biochemical control of the body reaction to increased physical activity”, *Scientific Review. Biological sciences*, No. 2, pp. 27–31.
2. Rajabkabkadiiev R. M. (2019), “Biochemical markers of adaptation of highly qualified athletes to various physical loads”, *Science and sport: modern trends*, V. 7, No. 2, pp. 81–91.
3. Rybina I. L., Nehviadovich A. I., Budko A. N., Moroz E. A. (2017), “Monitoring of enzyme activity in high performance sports”, *Applied sports science*, No. 2 (6), pp. 62–71.
4. Dorofeikov V. V., Sokolova F. M., Tsverikov S. A., Olisov D. G. (2013), “Laboratory monitoring of the state of the organism in athletes”, *Scientific Notes of P. F. Lesgaf University*, No. 6 (100), pp. 159–163.
5. Butova O. A., Masalov S. V. (2011). “Adaptation to physical loads: anaerobic metabolism of muscle tissue”, *Bulletin of Nizhny Novgorod University named after N. I. Lobachevsky*, No. 1, pp. 123–128.

Информация об авторах:

Гривцов Л. К., кафедра теории и методики легкой атлетики им. В.В. Ухова, SPIN-код: 9581-8428.

Сухарева С. М., доцент кафедры теории и методики легкой атлетики им. В.В. Ухова, ORCID: 0000-0002-0504-7380, SPIN-код: 9592-6529.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 06.10.2025.

Принята к публикации 21.11.2025.