

УДК 612.176.4

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРЕАТИНФОСФОКИНАЗЫ В МИКРОЦИКЛЕ ПОДГОТОВКИ У ЭЛИТНЫХ ТЯЖЕЛОАТЛЕТОВ

И.П. Сивохин¹, Г.Б.Марденова², Н.А.Огиенко¹, Л.Бекмухамбетова¹,
А.Н.Белегов³, А.П.Калашников⁴

¹Костанайский государственный педагогический университет,
г. Костанай, Казахстан

²Национальный Олимпийский Комитет, г. Нур-Султан, Казахстан

³Костанайский государственный университет, г. Костанай, Казахстан

⁴Костанайский филиал Челябинского государственного университета,
г. Костанай, Казахстан

Ключевые слова: элитные тяжелоатлеты, креатинфосфатный механизм энергообеспечения, показатели креатинкинафосфокиназы, микроцикл тренировочного процесса, тренировочная нагрузка.

Аннотация. В современном спорте актуальной проблемой является дальнейший поиск эффективных средств и методов спортивной подготовки, а также новых технологий и моделей тренировочного процесса. Для повышения качества управления тренировочным процессом часто используются средства объективного контроля за биохимическими процессами, в частности связанные с измерением концентрации креатинфосфокиназы в крови спортсмена, по которой оценивают степень разрушения мембраны мышечных волокон. Важной задачей при этом является оценка возможности оказывать влияние на данные биомаркеры за счет коррекции тренировочной нагрузки. Биохимический контроль проводился в начале и в конце базового микроцикла на фоне пиковых тренировочных нагрузок. В исследовании приняли участие элитные тяжелоатлеты (7 женщин и 4 мужчины) (n=11), которые являлись членами национальной сборной Республики Казахстан. В результате проведенного исследования было установлено, что в начале микроцикла (вторник) среднегрупповые биохимические показатели креатинфосфокиназы составили $M = 701,36$ ед./л; $S = 548,27$, в конце микроцикла (суббота) показатели биомаркера несколько снизились и составили $M = 605,82$ ед./л; $S = 504,04$. Среднегрупповые показатели снижения креатинфосфокиназы в ходе микроцикла составили $M = 95,54$ ед./л ; $S = 363,92$. Однако снижение данного показателя было статистически недостоверно ($P > 0,05$). Стоит также

обратить внимание на разброс значений креатинфосфокиназы от 2000 до 161 ед./л на фоне больших нагрузок у всех испытуемых. В ходе экспериментального микроцикла нагрузка у спортсменов с высоким КФК снижалась, что сопровождалось снижением величины данного биомаркера. У спортсменов с низким КФК, напротив, нагрузка повышалась, что сопровождалось повышением величины КФК или ее стабилизацией. Исследование показало, что биохимический маркер креатинфосфокиназа (КФК) можно рассматривать как информативный и чувствительный индикатор для оценки состояния опорно-двигательного аппарата спортсмена и организма в целом при воздействии экстремальных тренировочных нагрузок. Высокие показатели КФК можно рассматривать как информативный метод ранней диагностики возникновения патологических состояний у спортсменов, своевременной корректировки величины тренировочной нагрузки и назначения терапевтических процедур для реабилитации и восстановления организма.

DYNAMICS OF CHANGES IN CREATINE PHOSPHOKINASE INDICATORS IN THE TRAINING MICROCYCLE OF ELITE WEIGHTLIFTERS

I. P. Sivokhin¹, G. B. Mardenova², N. A. Ogienko¹, L. Bekmukhambetova¹,
A. N. Belegov³, A. P. Kalashnikov⁴

¹Kostanay state pedagogical University, Kostanay, Kazakhstan

²National Olympic Committee, Nursultan, Kazakhstan

³Kostanay state University, Kostanay, Kazakhstan

⁴Kostanay branch of Chelyabinsk state University, Kostanay, Kazakhstan

Keywords: elite weightlifters, creatine phosphate energy supply mechanism, creatinine phosphokinase indicators, microcycle of the training process, training load.

Annotation. In modern sports, a relevant problem is the further search for effective means and methods of sports training, as well as new technologies and models of the training process. To improve the quality of training process management, objective monitoring of biochemical processes is often used, in

particular those related to measuring the concentration of creatine phosphokinase in the blood of an athlete, which is used to evaluate the degree of destruction of the muscle fiber membrane. An important task is to assess the ability to influence these biomarkers by correcting the training load. Biochemical control was performed at the beginning and the end of the basic microcycle against the background of peak training loads. The study involved elite weightlifters (7 women and 4 men) (n=11) who were members of the national team of the Republic of Kazakhstan. As a result of the study, it was found that at the beginning of the microcycle (Tuesday), the average group biochemical parameters of creatine phosphokinase were $M = 701.36$ units/l; $S = 548.27$, at the end of the microcycle (Saturday), the biomarker indicators decreased slightly and amounted to $M = 605.82$ units/l; $S = 504.04$. The average group indicators of creatine phosphokinase reduction during the microcycle were $M = 95.54$ units/l; $S = 363.92$. However, the decrease in this indicator was statistically unreliable ($P > 0.05$). Attention also should be paid to the large variation in the values of creatine phosphokinase from 2000 to 161 units/l against the background of high loads among all subjects. During the experimental microcycle, the load among athletes with high CPK decreased, and this was accompanied by a decrease in the value of this biomarker. On the contrary, the load among athletes with low CPK increased, which was accompanied by an increase in the value of CPK or its stabilization. The study has shown that the biochemical marker creatine phosphokinase (CPK) can be considered as an informative and sensitive indicator for evaluating the state of the musculoskeletal system of an athlete and the body as a whole when exposed to extreme training loads. High CPK indicators can be considered as an informative method of early diagnosis of the occurrence of pathological conditions in athletes, as well as the well-timed adjustment of the amount of training loads and the appointment of therapeutic procedures for rehabilitation and recovery of the body.

Введение.

Растущая конкуренция в современном спорте предполагает дальнейший поиск принципиально новых и эффективных технологий спортивной подготовки. Для повышения качества управления тренировочным процессом в спорте часто используется биохимический контроль, в частности связанный с измерением концентрации креатинфосфокиназы в крови спортсмена, по которой оценивают степень разрушения мембраны мышечных волокон [1, с. 279]. Разрушение мембраны клетки сопряжено с чрезмерным накоплением молочной кислоты и ионов водорода. В сочетании с относительно длительным временем их действия в

мышечной клетке существует возможность возникновения обширного разрушения внутриклеточных структур, которые впоследствии будут элиминироваться. Повышение концентрации ионов водорода в саркоплазме активирует процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ), что усиливает процессы разрушения внутриклеточных структур, в том числе и мембран мышечной клетки [1, 2]. Данные процессы являются причиной выхода различных ферментов из клетки (включая КФК), что отражается на биохимических показателях крови. В данном случае можно рассматривать концентрацию КФК в крови как индикатор степени разрушения в мышечных волокнах. Учитывая, какую роль играет креатинфосфокиназа как катализатор передачи энергии от креатинфосфата при ресинтезе миофибриллярной АТФ [3, 4, 5], можно допустить, что при обширной утечке КФК возможно снижение мощности креатинфосфатных механизмов энергообеспечения и, как следствие, сократительных способностей мышечного волокна.

Важным аспектом, который так же связан с механизмами функционирования мышечной клетки и практически не учитывается в спортивной науке, является тесное взаимодействие рибосом и полисом (на которых идет синтез белков) с цитоплазматическими мембранами. Научные данные говорят о том, что в лизосомах клетки присутствуют высокоактивные РНК-азы, которые «сразу же после повреждения клетки начинают разрушать высокополимерную РНК. В результате от полисом остаются только фрагменты» [6, с. 155]. Таким образом, синтез белков, в том числе и миофибрилл, становится невозможным. В конечном итоге, взаимодействие перечисленных факторов может привести к ухудшению процесса «формирования системно-структурного следа адаптации» [7] к высокоинтенсивной тренировочной нагрузке, что приведет к понижению суммарной эффективности спортивной подготовки. Представленная информация расширяет понимание процессов, происходящих в организме человека при воздействии максимальных тренировочных нагрузок, а также дает определенные возможности для построения более эффективных тренировочных моделей подготовки, которые бы исключали наличие пограничных состояний в случае, когда «адаптогенез может перейти в стадию патогенеза» [7], что приводит к различным травмам и заболеваниям спортсменов. В связи с этим, системный мониторинг биохимических показателей организма позволит получать объективную информацию о состоянии спортсмена и вносить своевременную коррекцию в тренировочный процесс с целью направленного воздействия на показатели биохимического маркера КФК-зы, добиваясь конечной цели, связанной с

более высокими темпами прироста спортивных результатов. Важной задачей при этом является экспериментальная оценка возможности оказывать влияние на количественные показатели биомаркеров в рамках одного микроцикла за счет индивидуальной коррекции величины тренировочной нагрузки и контролировать тем самым внутриклеточные процессы в мышечных волокнах, добиваясь при этом наилучшего баланса между разрушением и синтезом «нуклеиновых кислот и белков» [7].

Цель исследования: изучить динамику показателей креатинфосфокиназы в крови у тяжелоатлетов и выявить величину и направленность индивидуальных изменений данного биохимического маркера в рамках микроцикла тренировочного процесса.

Методы и организация исследования.

Методы исследования: методы биохимического контроля, методы математико-статистического анализа.

В исследовании приняли участие тяжелоатлеты (7 женщин и 4 мужчины) (n=11), которые были членами национальной сборной Республики Казахстан. Большинство спортсменов в разные годы были призерами и победителями чемпионатов Азии, мира и Олимпийских игр.

Лабораторное обследование спортсменов по определению биохимических маркеров в крови проводилось во время учебно-тренировочного сбора, после интенсивной физической нагрузки, ночного отдыха (сна), на следующее утро, натощак. Забор крови проводился с использованием 3-х компонентной одноразовой безопасной системы (игла, держатель, пробирка) «AVATUB». Венопункция проводилась из локтевой вены. Лабораторные исследования выполнялись на автоматическом биохимическом экспресс-анализаторе «SpotchemSP-4430» (компания ArkrayFactoryInc., страна-производитель Япония), методом сухой химии с использованием твердофазного реагента (многотипные тест-полоски) 2-х типов: мульти (6 реакционных полей) и моно-полоски. Простая и быстрая операция позволяет одновременно измерить 3 моно-полоски, 1 мульти-полоску, 9 аналитов и минимальный объем образца (6 (кол-во тестов) +38 мкл сыворотки). Для сохранения верности измерений проводилась калибровка. Данный анализатор предоставляет два вида калибровки: калибровка магнитной картой (индикаторной) и калибровка с помощью устройства «SpotchemCalibratorKitBoxA». Контроль качества проводился с использованием контрольного материала «SpotchemCalibratorСНЕК».

Встроенная компактная центрифуга уменьшает предварительную обработку образцов перед измерением, время выполнения измерения 9 анализов составляет 7 минут.

Исследования выполнялись специалистами комплексной научной группы (КНГ) согласно Программе стандартного лабораторного обследования спортсменов при содействии Национального олимпийского комитета и Федерации тяжелой атлетики Республики Казахстан.

При лабораторном анализе определялись значения креатинфосфокиназы, единица измерения U/L, Unity/Litre, единиц/литр, (ед./л). Для обработки данных использовалась программа математико-статистического анализа SPSS. При анализе определялись следующие статистические показатели: среднее групповое - M , стандартное отклонение - S . Достоверность различий определялась по t -критерию Стьюдента для зависимых выборок. Испытуемые тренировались по традиционным программам [8]. Тренировочный процесс проходил в условиях учебно-тренировочного сбора к чемпионату Азии. Забор крови производился на пике спортивной формы за 10 недель до главного старта.

Результаты исследований и их обсуждение.

Значения полученных показателей, отражающих уровень концентрации креатинфосфокиназы (КФК) в крови испытуемых (абсолютные значения) в начале и в конце тренировочного микроцикла, а также величину и направленность индивидуальных изменений представлены в таблице 1. Результаты исследования показывают, что испытуемые входили в разные весовые категории, их вес колебался от 55 до 85 кг. В результате проведенного исследования было установлено, что в начале микроцикла (вторник) среднегрупповые биохимические показатели креатинфосфокиназы составили $M = 701,36$ ед./л; $S = 548,27$, в конце микроцикла (суббота) показатели биомаркера несколько снизились и составили $M = 605,82$ ед./л; $S = 504,04$. Среднегрупповые показатели снижения креатинфосфокиназы в ходе микроцикла составили $M = 95,54$ ед./л; $S = 363,92$. Однако снижение данного показателя было статистически недостоверно ($P > 0,05$). Стоит обратить внимание на большой разброс значений креатинфосфокиназы от 2000 до 161 ед./л на фоне больших нагрузок у всех испытуемых.

Высокая вариативность признака подтверждается значениями (S) стандартных отклонений. Учитывая то, что все испытуемые находились примерно в равных условиях по длительности и величине тренировочной

нагрузки, уровню тренированности, качеству питания и фармакологической поддержке, вызывает особый интерес значительный разброс показателей КФК. Данные факты свидетельствуют о сильных различиях индивидуальной реакции организма на воздействие максимально высоких тренировочных нагрузок. Возможно, на такое расхождение сильное влияние оказывает совокупность неучтенных факторов, которые отражают глубинные процессы на организменном, клеточном, молекулярном уровне и происходят в организме спортсменов в ходе адаптации к тренировочным нагрузкам. Это требует более глубоких исследований с измерением большего набора биохимических маркеров.

Таблица 1

Биохимические показатели креатинфосфокиназы у тяжелоатлетов
(n=11)

№ п.п	ФИО	Собственный вес (кг)	Креатинфосфокиназа (ед./л) (вторник)	Креатинфосфокиназа (ед./л) (суббота)	Креатинфосфокиназа (ед./л) (различия)
1	А-к А.	55	252	483	-231
2	А-ва Д.	85	657	597	60
3	П-ва Д.	71	985	512	473
4	П-ва О.	81	538	477	61
5	С-ва С.	55	1289	358	931
6	С-ко Е.	71	264	223	41
7	Б-ва Е.	71	481	927	-446
8	О-ко В.	81	759	520	239
9	Ч-й А.	55	203	161	42
10	С-в Н.	67	287	406	-119
11	У-в Д.	81	2000	2000	0
	Max		2000	2000	931
	Min		203	161	0
	M		701,36	605,82	95,54
	S		548,27	504,04	363,92

В ходе экспериментального микроцикла у спортсменов с высоким КФК нагрузка снижалась, что сопровождалось снижением величины данного биомаркера. У спортсменов с низким КФК, напротив, нагрузка повышалась, что сопровождалось повышением величины КФК или ее стабилизацией.

Ранее проведенные исследования с использованием корреляционного анализа показали, что между собственным весом спортсменов, спортивным результатом в сумме двоеборья в кг и в очках и показателями КФК не обнаружена статистически достоверная взаимосвязь [9]. Таким образом, ни масса тела, ни гендерные различия, ни уровень спортивного результата не влияют на показания КФК. Данный факт можно расценивать как наличие в организме человека высокоинформативного и достаточно независимого биохимического маркера. В нашем исследовании это внутриклеточный фермент креатинфосфокиназа, который точно отражает состояние всей мышечной системы человека или локальных ее участков. Высокие значения КФК могут быть сопряжены со значительным разрушением мышечной ткани в локальных участках мышечных групп и послужить причиной получения тяжелых травм опорно-двигательного аппарата спортсменов. Это может быть связано с относительно небольшими разрушениями, но у относительно большого количества мышечных волокон в тех мышечных группах, которые определяют эффективность двигательного действия в соревновательном упражнении. Такие данные могут быть свидетельством того, что при большом объеме мышечной массы ухудшаются процессы восстановления, связанные с угнетением синтеза «нуклеиновых кислот и белков» [7], снижаются темпы прироста массы миофибрилл, что непосредственно будет влиять на суммарную эффективность тренировочного процесса по такому критерию, как прирост спортивно-технических показателей спортсменов. При более глубоких исследованиях можно определить такие пограничные значения КФК, при которых спортсмены будут достигать наиболее высокие темпы прироста спортивных результатов в условиях подготовки к соревнованиям.

Анализ научной литературы показал, что значения КФК у высококвалифицированных атлетов (мужчины женщины) в спортивном ориентировании составили в среднем 475,74 ед. при норме 473-483 ед. [10]. В процессе сравнения приведенных данных с результатами наших исследований было обнаружено, что у тяжелоатлетов значения КФК значительно выше как в первом измерении (701,36), так и во втором (605,82). Мы сравнили, какой процент спортсменов, которые приняли участие в нашем исследовании, имеют значения КФК, не превышающих нормативные показатели (483 ед.). Из 11 испытуемых таких спортсменов оказалось 5 человек (46%). Именно у такого процента спортсменов наблюдалась адекватная реакция организма на тренировочную нагрузку, в связи с чем было принято решение увеличить объем и интенсивность нагрузки в ходе

экспериментального микроцикла. В конце микроцикла у трех спортсменов КФК увеличилась от 446 до 119 ед/л., у двоих незначительно уменьшилась на 42 и 41 ед/л. соответственно. У 6 человек (54%) из выборки значения КФК превышали нормативные значения, а у 2 человек достигали величины равной 1289 и 2000 ед/л. Мы полагаем, что данные спортсмены находились в зоне риска, существовала высокая вероятность срыва адаптационных систем организма, перенапряжения опорно-двигательного аппарата и получения тяжелых травм. В ходе экспериментального микроцикла была сделана коррекция тренировочной нагрузки в сторону небольшого снижения по объему и интенсивности в сравнении с запланированной программой. В результате в конце микроцикла у 5 спортсменов наблюдалось снижение показателей КФК на величину от 931 до 60 ед/л. У одного спортсмена не удалось добиться снижения показателей КФК. Мы связываем это с тем, что у испытуемого была небольшая травма: высокие показатели КФК были зафиксированы по причине локального разрушения определенных участков мышечно-связочной системы.

Важным результатом проведенного исследования является то, что на экспериментальном уровне была показана возможность оказывать влияние на количественные показатели биомаркеров в рамках одного микроцикла за счет индивидуальной коррекции величины тренировочной нагрузки и, тем самым, контролировать внутриклеточные процессы в мышечных волокнах, добиваясь наилучшего баланса между разрушением и синтезом «нуклеиновых кислот и белков» [7]. Это может быть одним из значимых факторов, определяющих темпы прироста спортивных результатов и обуславливающих суммарную эффективность всей системы подготовки спортсменов.

Приведенные примеры из практики подготовки тяжелоатлетов сборной РК подтверждают научные данные о том, что высокие показатели КФК-зы связаны с фактором разрушения мембраны мышечной клетки [1]. Разрушение мембраны запускает внутриклеточные механизмы активации лизосом, которые выделяют специфические ферменты (РНК-за), вызывающие фрагментацию молекул информационной РНК, связанных с рибосомами, на которых идет синтез структурных белков, в том числе и миофибрилл. Это в свою очередь снижает плотность активных рибосом и полисом, приводит к угнетению интенсивности процесса синтеза белков и уменьшению массы миофибрилл [6]. Это естественно приводит к снижению силы сокращения мышц и снижению спортивного результата.

В ходе проведенного исследования была показана вероятность (за счет коррекции величины тренировочной нагрузки с учетом наличия средств объективного биохимического контроля) достижения цели построения принципиально новых технологий и моделей тренировочного процесса, направленного на исключение чрезмерного разрушения внутриклеточных структур и мембран мышечных волокон, повышая тем самым эффективность спортивной подготовки. Согласно некоторым данным, высокая концентрация лактата и длительное его пребывание в мышечных клетках приводит к обширному разрушению клеточных структур и мембраны клеток. Это ведет к ухудшению процессов восстановления и подавлению синтеза структурных белков, в том числе и миофибрилл [2]. Для устранения побочного эффекта, связанного с чрезмерным накоплением лактата, в тренировке тяжелоатлетов следует выполнять интенсивную нагрузку (80-100%) в пределах 20-25 мин. Упражнение должно выполняться с основными весами в объеме 4-6 подходов с 1-2 кратными повторениями. Затем целесообразно включать паузы пассивного отдыха в течение 15-20 мин с целью утилизации молочной кислоты и восстановления креатинфосфатного механизма энергообеспечения [11].

Наибольшее значение для диагностики повреждений мышечной ткани придается изменениям фермента креатинфосфокиназы в крови. КФК определяется на следующее утро после интенсивной физической нагрузки и ночного отдыха. Высокие значения КФК свидетельствуют о повреждении клеток скелетной мускулатуры миоцитов. КФК более 500 ед./л могут говорить о недовосстановленности организма спортсмена, более 1000 ед./л — о серьезных нарушениях в организме спортсмена, значительном повреждении миоцитов, что способствует снижению работоспособности спортсмена. Исследования показали, что у спортсменов, у которых были выявлены высокие показатели КФК (от 1338 до 2000 ед/л) были диагностированы различные клинические проявления в состоянии здоровья [9].

Полученную лабораторную информацию тренер может использовать для рационального построения тренировочного процесса, установления оптимальных сроков восстановления, а также для оценки соответствия физических нагрузок функциональному состоянию организма, своевременному выявлению признаков перетренированности и перенапряжения опорно-двигательного аппарата [9].

Исследование показало, что биохимический маркер креатинфосфокиназа (КФК) можно рассматривать как информативный индикатор для оценки состояния опорно-двигательного аппарата спортсмена и организма в целом при воздействии больших тренировочных нагрузок, что было подтверждено в работах других авторов [10,12]. По данному биомаркеру можно оценивать состояние метаболизма и адаптационного потенциала у спортсменов [12].

Заключение. Биохимический контроль показателей креатинфосфокиназы является информативным индикатором реакции организма спортсменов на тренировочную нагрузку и может использоваться для управления учебно-тренировочным процессом в тяжелой атлетике.

Исследование дало возможность получить экспериментальные количественные данные биохимических показателей креатинфосфокиназы у тяжелоатлетов сборной РК в период максимальных нагрузок в условиях учебно-тренировочного сбора. Высокие показатели КФК можно рассматривать как информативный метод ранней диагностики возникновения патологических состояний у спортсменов, своевременной корректировки величины тренировочной нагрузки и назначения терапевтических процедур для реабилитации и восстановления организма.

Важным результатом проведенного исследования является то, что на экспериментальном уровне была показана вероятность оказывать влияние на количественные показатели биомаркеров в рамках одного микроцикла за счет индивидуальной коррекции величины тренировочной нагрузки и, тем самым, контролировать внутриклеточные процессы в мышечных волокнах, добиваясь наилучшего баланса между разрушением и синтезом «нуклеиновых кислот и белков» [7]. Это может быть одним из значимых факторов, определяющих темпы прироста спортивных результатов и обуславливающих суммарную эффективность всей системы подготовки спортсменов.

Разработанные алгоритмы обследования спортсменов позволят проводить скрининг заболеваний, формировать группы риска их развития, оценить характер и степень воздействия физической нагрузки на организм спортсмена. Динамика клинико-лабораторных показателей, измеренных в состоянии покоя и после выполненных тренировочных нагрузок, позволяет давать объективное заключение о состоянии систем энергообеспечения, переносимости тренировочных нагрузок, скорости и качестве

восстановительных процессов. Возможности клинической лабораторной диагностики оказывают неоценимую помощь тренеру для выявления и предотвращения синдрома перетренированности и перенапряжения опорно-двигательного аппарата. Практическая ценность мониторинга активности КФК в тренировочном процессе заключается в том, что при использовании динамики данного фермента под влиянием физических нагрузок можно моделировать нагрузки различной направленности, характера, объема и интенсивности, не вызывающие негативных процессов в мышечной ткани.

Выражаем благодарность руководству Национального олимпийского комитета РК и Федерации тяжелой атлетики РК за предоставленную возможность для проведения данного исследования.

Список литературы

1. Уилмор Д.Х. Физиология спорта / Д.Х. Уилмор, Д.Л. Костил // Киев: Олимпийская литература, 2001. – 493 с.
2. Селуянов В.Н. Подготовка бегуна на средние дистанции / В.Н. Селуянов // М.: СпортАкадемПресс, 2001. – 104 с.
3. Спортивная биохимия: Учебник для вузов и колледжей физической культуры.-2-е изд., доп. / С.С.Михайлов // М.: Советский спорт, 2004. – 220 с.
4. Биохимия: учеб. для ин-тов физ. культуры / под ред. В.В. Меньшикова, Н.И. Волкова // М.: Физкультура и спорт, 1986. – 384 с.
5. Волков Н.И. Биоэнергетика напряженной мышечной деятельности человека и способы повышения работоспособности спортсменов: Автореф. дисс. ...док. биол. Наук / Н.И.Волков.-М.: НИИНФ, 1990. – 101 с.
6. Иванов И.И. Биохимия мышц / И.И. Иванов, Б.Ф. Коровкин, Г.П. Пинаев // М.: Медицина, 1977. – 343 с.
7. Меерсон Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшеничникова // М.: Медицина, 1988. – 256 с.
8. Сивохин И.П. Эффективность тренировочной нагрузки алактатной направленности в подготовке элитных тяжелоатлетов / И.П.Сивохин, В.Ф.Скотников, О.Ю.Комаров, М.Тапсир, А.И.Федоров, А.П.Калашников // Теория и практика физической культуры. – М. – 2017. – №3. – С. 26-29.

9. Сивохин И.П. Биохимические показатели креатинфосфокиназы у тяжелоатлетов сборной Казахстана / И.П.Сивохин, Г.Б.Марденова, И.Ф.Андрущишин, С.К.Мустафин, А.Р.Кенжегулов // Теория и методика физической культуры. – №2 (60). – 2020. – С.79-87.

10. Исаев А.П. Интегративный анализ функционального и метаболического состояния спортивных ориентировщиков высокой квалификации в условиях концентрированного развития локально-региональной мышечной выносливости / А.П. Исаев, Э.Э.Маматов, Е.Ю. Савиных, А.В. Ненашева // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2014. – Том 14. – №2. – С. 58-66.

11. Сивохин И.П. Изменение лактата на тренировочную нагрузку в микроцикле подготовки тяжелоатлетов / И.П.Сивохин, О.В.Агеев, Л.И.Орехов, М.С.Хлыстов, А.Г.Ни // Теория и методика физической культуры: научно–теоретический журнал, Алматы, №2 (29). – 2012. – С. 68-73.

12. Раджабкадиев, Р.М. Биохимические маркеры адаптации высококвалифицированных спортсменов к различным физическим нагрузкам / Р.М. Раджабкадиев // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 81-91.

References

1. Wilmore D. H. Physiology of sport / D. H. Wilmore, D. L. Kostil // Kiev: Olympic literature, 2001. – 493 p.

2. Seluyanov V. N. Preparing a runner for middle distances / V. N. Seluyanov // Moscow: Sportakadempress, 2001. – 104 p.

3. Sports biochemistry: Textbook for universities and colleges of physical culture.-2nd ed., add. / S. S. Mikhailov // М.: Soviet sport, 2004. - 220 p.

4. Biochemistry: study. for in-tov Phys. culture / ed. V. V. Menshikov, N. I. Volkov // М.: physical Culture and sport, 1986. - 384 p.

5. Volkov N. I. Bioenergetics of strenuous muscular activity of a person and ways to improve the performance of athletes: autoref. Diss. ... Doc. Biol. Science / N. I. Volkov. – М.: NIINF, 1990. - 101 p.

6. Ivanov I. I. biochemistry of muscles / I. I. Ivanov, B. F. Korovkin, G. P. Pinaev // М.: Medicine, 1977. - 343 p.

7. Meerson F. Z. Adaptation to stressful situations and physical loads / F. Z. Meerson, M. G. Pshenichnikova // Moscow: Meditsina, 1988. - 256 p.

8. Sivokhin I. p. Effectiveness of the training load of alactate orientation in the preparation of elite weightlifters / I. P. Sivokhin, V. F. Skotnikov, O. Yu. Komarov, M. Tapsir, A. I. Fedorov, A. P. Kalashnikov // Theory and practice of physical culture. – М. – 2017. – No. 3. – P. 26-29.

9. Sivokhin I. P. Biochemical indicators of creatine kinase in weightlifting team of Kazakhstan / I. P. Sivokhin, G. B. Mardanov, I. F. Andrusyshyn, S. K. Mustafin, A. R. Kenzhegulova // Theory and methodology of physical culture. – №2 (60). – 2020. – P. 79-87.

10. Isaev A. p. Integrative analysis of the functional and metabolic state of highly qualified sports orienteers in the conditions of concentrated development of local-regional muscular endurance / A. P. Isaev, E. E. Mamatov, E. Yu. Savinykh, A.V. Nenasheva // Bulletin Of SUSU. Series "Education, health, physical culture". – 2014. – Volume 14. – No. 2. – P. 58-66.

11. Sivokhin I. p. Change of lactate on the training load in the training cycle of weightlifters / I. P. Sivokhin, O. V. Ageev, L. I. Orekhov, M. S. Khlystov, A. G. Ni // Theory and methods of physical culture: scientific and theoretical journal, Almaty, №2 (29). – 2012. – P. 68-73.

12. Rajabkadiev, R. M. Biochemical markers of adaptation of highly qualified athletes to various physical loads / R. M. Rajabkadiev // Science and sport: modern trends. – 2019. – Vol. 7, No. 2. – P. 81-91.

Сведения об авторах: **Иван Павлович Симохин** - доктор педагогических наук, начальник научно-образовательного центра по проблемам физического воспитания и спортивной подготовки, Костанайский государственный педагогический институт, г. Костанай, Казахстан, sivokhin_i_57@mail.ru; **Г.Б. Марденова** - врач-биохимик, Национальный Олимпийский Комитет, г. Нур-Султан, Казахстан; **Надежда Анатольевна Огиенко** - кандидат педагогических наук, заведующая кафедрой теории и практики физической культуры, спорта и туризма, Костанайский государственный педагогический институт, г. Костанай, Казахстан; **Л. Бекмухамбетова**, Костанайский государственный педагогический институт, г. Костанай, Казахстан; **А.Н. Белегов** - Костанайский государственный университет, г. Костанай, Казахстан; **А.П. Калашников** -

Костанайский филиал Челябинского государственного университета,
г. Костанай, Казахстан