

УДК 796.015.6

DOI 10.14526/01_1111_41

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОСТИ КРЕАТИНФОСФОКИНАЗЫ В
ОЦЕНКЕ СРОЧНОЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ
ОРГАНИЗМА СПОРТСМЕНОВ К ТРЕНИРОВОЧНЫМ
НАГРУЗКАМ**

Рыбина И.Л. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
Республиканский научно-практический центр спорта

г. Минск, Беларусь

Кузнецова З.М. – доктор педагогических наук, профессор

Набережночелнинский институт социально-педагогических ресурсов и
технологий,

Г. Набережные Челны,

Россия

**THE USE OF CREATINE PHOSPHOKINASE LEVEL IN ASSESSMENT
OF ATHLETES' URGENT AND LONG-TERM ADAPTATION TO
TRAINING LOADS**

Rybina I. L. - PhD

Republican scientific and practical center of sports, Minsk, Belarus

Kuznetsova Z.M. - Doctor of pedagogics, professor

Naberezhnochelninsky Institute of Socio-Educational Technologies and
Resources,

Naberezhnye Chelny, Russia

e-mail: i_rybina@mail.ru

Ключевые слова: креатинфосфокиназа, адаптация организма, тренировочные нагрузки, циклические виды спорта, биохимический мониторинг.

Аннотация. Система подготовки спортсменов в циклических видах спорта на современном этапе характеризуется высокой интенсификацией тренировочного процесса, находящегося на пределе физических возможностей. Чрезмерная интенсификация физических нагрузок требуют адекватных и информативных методов контроля процесса адаптации к напряженной мышечной деятельности. Биохимические методы исследования в значительной степени отвечают вышеуказанным требованиям и широко используются для контроля тренировочного процесса. Главным условием эффективного использования биохимических методов оценки адаптации является правильная интерпретация полученных данных и на ее основе коррекция тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов.

Материал. Изучение динамики фермента КФК и разработка критериев оценки срочной и долговременной адаптации организма спортсменов циклических видов

спорта к тренировочным нагрузкам различной направленности.

Методы исследования: анализ научной литературы, тестирование, клиничко-лабораторный мониторинг, методы математической статистики.

Результат. Скорость элиминации КФК из мышц в сосудистое русло является индивидуальной характеристикой, и динамика концентрации данного фермента может быть интегральным отражением отставленного эффекта выполненной мышечной нагрузки. Большая внутри- и межиндивидуальная вариация затрудняет разработку надежных физиологических значений для спортсменов. Существует достоверная зависимость активности КФК от принадлежности к гендерной группе, что требует учета данного аспекта и разработки референтных значений для представителей мужского и женского пола. Залогом правильной интерпретации результатов мониторинга КФК является необходимость принимать во внимание этап подготовки спортсмена и другие факторы, способные оказывать влияние на полученные результаты.

Заключение. Динамика клиничко-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. Практическая ценность мониторинга активности КФК в тренировочном процессе заключается в том, что, используя динамику данного фермента под влиянием физических нагрузок, можно подобрать упражнения различного характера и интенсивности, не вызывающие негативных процессов в мышечной ткани.

Введение. Система подготовки спортсменов в циклических видах спорта на современном этапе характеризуется высокой интенсификацией тренировочного процесса, находящегося на пределе физических возможностей. Чрезмерная интенсификация физических нагрузок требуют адекватных и информативных методов контроля процесса адаптации к напряженной мышечной деятельности. Биохимические методы исследования в значительной степени отвечают вышеуказанным требованиям и широко используются для контроля тренировочного процесса. Главным условием эффективного использования биохимических методов оценки адаптации является правильная интерпретация полученных данных и на ее основе коррекция тренировочного процесса и медико-биологического обеспечения подготовки спортсменов.

Биохимическое определение активности некоторых ферментов в

сыворотке крови после тренировочных и соревновательных нагрузок даёт ценную информацию о внутриклеточном метаболизме [1-3]. Гиперферментемия возникает в результате биохимических изменений, вызванных в клетках интенсивной или длительной работой мышц, следствием чего является изменение проницаемости клеточных мембран.

Активность фермента КФК в сыворотке крови является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани и широко используется в мониторинге тренировочного процесса [4, 8, 10, 11]. На активность фермента оказывают влияние такие факторы, как уровень подготовки спортсмена, пол, группы мышц, участвующих в выполнении упражнения, а также объем нагрузок силового характера [10]. Имеются данные, что активность общей креатинфосфокиназы зависит также от возраста, гендерной

принадлежности, расы, мышечной массы, направленности физической нагрузки и климатических условий [4, 15]. Выявлено, что у высокотренированных спортсменов болезненность мышц, обусловленная явлениями повреждающего характера, не всегда ассоциируется с повышением активности КФК [8].

Определение активности КФК в сыворотке крови при высокоинтенсивных физических нагрузках имеет большое диагностическое значение для оценки появления мышечных микротравм или растяжений мышц [2, 4]. Высокие уровни КФК наблюдали после марафонского и полумарафонского бега [11], силовых упражнений и бега вниз с горы вследствие больших нагрузок уступающего характера [4]. В исследовании [10] показано, что активность этого фермента возрастает примерно на 100% через 8 часов, а пиковые значения могут быть достигнуты в интервале от 24 до 96 часов в зависимости от вида упражнений и индивидуальных особенностей организма спортсменов [3, 5, 12].

Цель работы - изучение динамики фермента КФК и разработка критериев оценки срочной и долговременной адаптации организма спортсменов циклических видов спорта к тренировочным нагрузкам различной направленности.

Методы. В исследовании влияния характера и направленности тренировочных нагрузок на динамику биохимических показателей принимали участие 8 биатлонисток высокой квалификации (МС И МСМК). Исследования проводились в процессе повседневных тренировок в течение подготовительного периода на протяжении многолетней подготовки. Обследуемые спортсменки выполняли по две тренировочные сессии в течение дня. В основной тренировке решались

задачи тренировочного цикла, а вторая тренировка всегда была аэробной направленности.

В процессе работы анализировались 4 группы тренировочных нагрузок:

- с интенсивностью на уровне аэробного порога (АП) (общей продолжительностью 2-2,5 часа);
- на уровне анаэробного порога (АнП) (общей продолжительностью 35-40 мин);
- гликолитической направленности (общей продолжительностью 20-25 мин);
- тренировки силовой направленности (общей продолжительностью 1-1,5 часов).

Забор крови для определения КФК осуществляли из пальца утром натощак и после окончания вечерней тренировки для определения суммарного адаптационного сдвига в течение тренировочного дня. Всего обработаны результаты биохимического мониторинга 180 тренировок различной направленности. В качестве критерия оценки интенсивности циклической нагрузки в различных зонах энергообеспечения использовалось содержание лактата периферической крови, которое определялось несколько раз в течение тренировки и свидетельствовало о разворачивании соответствующих механизмов энергообеспечения. Исследование лактата в капиллярной крови проводилось с применением анализатора лактата BIOSEN (EKF, Германия).

В исследовании долговременной адаптации организма спортсменов на различных этапах годичного цикла подготовки приняли участие 311 спортсменов высокой квалификации циклических видов спорта (плавание, биатлон, лыжные гонки, академическая гребля, велоспорт, гребля на байдарках и каноэ) в возрасте 20-29 лет (180 мужчин и 131 женщина). Спортсмены

имели квалификацию МС (74,6%) и МСМК (25,4 %). Многократное обследование проводилось в рамках текущего клинико-лабораторного мониторинга на учебно-тренировочных сборах на этапах многолетней подготовки (2004-2014 гг). Всего обработаны данные 6950 исследований активности КФК в капиллярной крови. Забор крови проводили утром натощак в начале микроцикла. Исследование проводилось с применением фотометра РМ 2111(Солар, Республика Беларусь) и реагентов производства «Витал Диагностикс» (Россия), а также портативного биохимического анализатора PICCOLO Xpress

(ABAXIS, США).

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием прикладного пакета компьютерных программ обработки данных Statistika for Windows. Применялись методы описательной статистики и сравнительного анализа с использованием U-критерия Манна-Уитни для независимых переменных.

Результаты и их обсуждение.

Результаты сравнительного анализа динамики биохимических показателей под влиянием тренировочных нагрузок различной направленности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ динамики биохимических показателей под влиянием тренировочных нагрузок различной направленности у биатлонисток высокой квалификации (X±σ)

Показатели	Виды тренировочных нагрузок			
	1-я группа АП (n=53)	2-я группа ПАНО (n=66)	3-я группа Гликолитическая (n=16)	4-я группа Силовая (n=45)
Лактат, ммоль/л	2,09±0,75	4,02±1,09	9,81±1,55	
КФК (до нагрузки), ЕД/л	178,7±132,6	138,7±83,0	140,6±88,0	173,7±139,6
КФК (после нагрузки), ЕД/л	246,0±160,7	210,4±115,1	215,5±113,2	308,4±245,9
Изменение КФК, ЕД/л	67,3±69,9* ⁴	71,7±56,1* ⁴	74,9±55,1* ⁴	134,7±155,5* ^{1,2,3}
Изменение КФК, %	49,9±50,8* ⁴	58,3±44,4	59,5±46,1	97,7±81,0* ¹
Примечание: * - различия достоверны с соответствующей группой, P < 0,05				

Динамика активности фермента КФК под влиянием тренировки различной направленности отражает диапазоны изменений активности данного фермента и характеризуется значительной индивидуальной вариативностью. Следует обратить внимание, что скорость выхода фермента КФК в кровь, обусловленная повышением проницаемости клеточных мембран, индивидуальна и максимальные значения могут быть достигнуты значительно позже времени его определения. После нагрузки на уровне аэробного порога значения вышеуказанного фермента варьировались от 90 до 880 ед/л, ПАНО – 89-695 ед/л, гликолитической направленности – 105-515 ед/л.

Наибольшие значения активности КФК выявлялись после силовой тренировки и находились в пределах 87-1221 ед/л. Здесь следует отметить, что усредненные значения сравнительно мало отличались при различных типах тренировочной деятельности, тогда как крайние величины варьировали в значительных пределах.

Наибольшие средние значения абсолютного прироста КФК (в ед/л) наблюдались после тренировок силовой направленности, которые достоверно отличались от соответствующих изменений при других режимах тренировочных нагрузок (P<0,05). Оценка относительного увеличения активности КФК (в %) выявила подобную тенденцию, и данные

значения могут быть использованы в качестве ориентиров при оценке степени активации креатинфосфатной реакции после тренировок различной направленности. Средние значения прироста КФК после силовой

тренировки свидетельствуют об увеличении КФК практически в 2 раза.

В таблице 2 представлены результаты изучения активности КФК у представителей циклических видов спорта.

Таблица 2

Активность КФК (ЕД/л) в сыворотке крови у спортсменов циклических видов спорта

Вид спорта	Мужчины		Женщины	
	n	M±m	n	M±m
Биатлон	116	286,4±18,8	617	202,9±6,98
Велоспорт	135	252,1±14,5	85	181,1±8,63
Гребля академическая	1089	209,7±4,13	233	134,5±3,96
Гребля на байдарках и каноэ	2938	312,5±5,28	472	187,6±5,75
Лыжные гонки	112	288,7±17,4	122	200,1±9,41
Плавание	581	276,7±11,8	450	171,1±10,4

Как видно из представленных данных, существует большая вариация активности сывороточной КФК. Коэффициент вариации активности данного энзима находится в интервале 65,0-102,9% для мужчин и 44,0-128,8% для женщин. Наибольшие коэффициенты вариации и максимальные значения величины КФК у представителей мужского пола отмечены в плавании и гребле на байдарках и каноэ, у женщин – в плавании и биатлоне. Представители мужского пола в гребле на байдарках и каноэ характеризуются достоверно более высокими значениями активности КФК по сравнению с представителями велоспорта и академической гребли ($P<0,05$). Среди женщин достоверно более низкая активность КФК отмечена у представительниц академической гребли по сравнению с представительницами биатлона, гребли на байдарках и каноэ, лыжных гонок и велоспорта ($P<0,05$).

Сравнительный анализ активности КФК в гендерном аспекте выявил достоверное превышение активности энзима у представителей мужского пола по сравнению с женщинами для всех исследуемых циклических дисциплин ($P<0,05$).

Анализ динамики фермента на различных этапах подготовки выявил тенденцию к снижению среднегрупповых данных КФК при переходе от общеподготовительного к специально-подготовительному (в академической гребле различия достоверны, $P<0,05$) и соревновательному периодам (в гребле на байдарках и каноэ различия достоверны, $P<0,05$) у представителей мужского пола (таблица 3). Противоречит данной тенденции только достоверное возрастание КФК в специально-подготовительном периоде по сравнению с общеподготовительным у гребцов на байдарках и каноэ ($P<0,05$).

Таблица 3

Активность КФК (ЕД/л) в сыворотке крови у спортсменов циклических видов спорта на различных этапах подготовки (мужчины)

Вид спорта	Обще-подготовительный		Специально-подготовительный		Соревновательный	
	n	M±m	n	M±m	n	M±m
Биатлон			102	275,5±14,5		
Велоспорт	98	257,3±14,8	35	246,3±37,3		
Гребля академическая	338	227,6±7,90*	322	196,6±5,63	429	205,4±7,25
Гребля на байдарках и каноэ	739	293,1±12,3* +	1470	351,4±7,35	706	251,9±8,09
Лыжные гонки	35	303,8±28,0	52	258,4±23,4		
Плавание	191	294,1±23,5	349	271,7±14,5	41	237,7±26,3

Примечание: * различия достоверны со специально-подготовительным периодом (P<0,05);
+ различия достоверны по сравнению с соревновательным периодом (P<0,05)

У представителей женского пола в биатлоне и велоспорте величины КФК в специально-подготовительном периоде достоверно выше, чем в обще-подготовительном (P<0,05) (таблица 4).

В академической гребле активность данного фермента в соревновательном периоде достоверно ниже, чем в обще- и специально-подготовительном (P<0,05).

Таблица 4

Активность КФК (ЕД/л) в сыворотке крови у спортсменов циклических видов спорта на различных этапах подготовки (женщины)

Вид спорта	Обще-подготовительный		Специально-подготовительный		Соревновательный	
	n	M±m	n	M±m	n	M±m
Биатлон	245	223,5±13,3*	372	188,0±7,48		
Велоспорт	45	215,2±12,1*	28	143,0±11,5		
Гребля академическая	104	148,5±6,80 ⁺	55	154,4±6,64 ⁺	74	100,0±4,14
Гребля на байдарках и каноэ	79	190,3±18,8	250	194,5±7,50	143	174,0±9,00
Лыжные гонки			61	201,2±12,8	61	199,1±13,9
Плавание	119	175,6±14,1	283	175,8±15,2	48	132,0±16,2

Примечание: * различия достоверны со специально-подготовительным периодом (P<0,05);
⁺ различия достоверны по сравнению с соревновательным периодом (P<0,05)

Значительная вариация активности креатинфосфокиназы обусловлена различиями в скорости выхода фермента в кровь, которая зависит от состояния клеточных мембран и изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок. В зависимости от направленности тренировочных нагрузок выход

фермента в кровь из клетки может быть обусловлен различными причинами, главными из которых являются механические повреждения мышц, индуцированные физической нагрузкой, и, возможно, метаболический стресс, обусловленный образованием свободных радикалов в процессе тренировки.

Анализ активности креатинфосфокиназы у представителей различных циклических дисциплин показал, что существуют особенности повышения активности энзима в зависимости от вида спорта и характера тренировочных нагрузок для развития ведущих механизмов энергообеспечения. Более высокие среднегрупповые значения, коэффициенты вариации и максимальные значения величины КФК в гребле на байдарках и каноэ и в плавании, возможно, обусловлены большим объемом силовой работы, направленной на развитие креатинкиназного механизма энергообеспечения у представителей спринтерских специализаций этих дисциплин. Несмотря на то, что в специальной литературе существуют противоречивые мнения о наличии положительной взаимосвязи между объемом силовой нагрузки и активностью КФК, ряд авторов придерживаются мнения о наличии такой зависимости [14, 16]. При выполнении тренировок силовой направленности образование энергии в алактатной системе энергообеспечения происходит при расщеплении богатых энергией фосфатных соединений – АТФ и креатинфосфата. Реакция расщепления креатинфосфата стимулируется ферментом креатинфосфокиназой.

С другой стороны, различия в активности КФК в разных видах спорта могут быть отражением степени вовлечения различных групп мышц в выполнение упражнений в зависимости от вида спорта. Например, в гребле на байдарках и каноэ в выполнение упражнений вовлечены главным образом мышцы верхней части тела. В специальной литературе имеются данные в большей степени о возрастании активности КФК после упражнений, вовлекающих мышцы верхней части тела, по сравнению с

упражнениями для нижних конечностей [6, 9, 13, 17]. Природа данного явления может быть объяснена тем, что нижние конечности в большей степени задействованы в повседневной жизни и по сравнению с верхними конечностями менее подвержены изменениям повреждающего характера, которые сопровождаются повышением активности мышечных энзимов [9].

На различия в активности КФК могут в определенной степени накладываться отпечаток особенности системы построения тренировочных циклов с учетом различных тренировочных методик и субъективных факторов, связанных с квалификацией тренерского состава. Однако, по нашему мнению, проводимое исследование охватывает значительный временной отрезок наблюдений и включает мониторинг различных тренировочных подходов, что позволяет объективно судить об исследуемых процессах.

Выявленные различия в величинах КФК в гендерном аспекте связаны, по-видимому, с различной мышечной массой испытуемых различных групп и особенностями компонентного состава тела представителей мужского и женского пола. Влияние половых различий на активность КФК может быть в определенной степени обусловлена особенностями гормонального статуса обследуемых контингентов и положительным влиянием эстрогенов на состояние мышц [18]. В исследованиях на животных показано, что самки менее подвержены повреждениям мышц, чем самцы. Вместе с тем исследования на людях дают противоречивые результаты влияния эстрогенов на мышечный метаболизм [7, 12].

Повышенная напряженность энергообмена в мышцах в общеподготовительном периоде подготовки может быть связана с

большими объемами тренировочных нагрузок, а также с различной скоростью адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам. Высокие значения активности КФК у спортсменов на фоне отдыха дают основание для полного диагностического обследования состояния мышц для выявления скрытых мышечных проблем, вызванных тренировочными нагрузками на фоне пролонгированного утомления. Это также является основанием для снижения интенсивности тренировочных нагрузок с целью обеспечения адекватного восстановления организма.

Заключение. Скорость элиминации КФК из мышц в сосудистое русло является индивидуальной характеристикой, и динамика концентрации данного фермента может быть интегральным отражением отставленного эффекта выполненной мышечной нагрузки. Большая внутри- и межиндивидуальная вариация затрудняет разработку надежных физиологических значений для спортсменов. Существует достоверная зависимость активности КФК от принадлежности к гендерной группе, что требует учета данного аспекта и разработки референтных значений для представителей мужского и женского пола. Залогом правильной интерпретации результатов мониторинга КФК является необходимость принимать во внимание этап подготовки спортсмена и другие факторы, способные оказывать влияние на полученные результаты.

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.

Практическая ценность мониторинга активности КФК в тренировочном процессе заключается в том, что, используя динамику данного фермента под влиянием физических нагрузок, можно подобрать упражнения различного характера и интенсивности, не вызывающие негативных процессов в мышечной ткани.

Литература

1. Banfi, G. Metabolic markers in sports medicine / G. Banfi, A. Colombini, G. Lombardi, A. Lubkowska // *Adv. Clin. Chem.* – 2012. – № 56. – P. 1-54.
2. Brancaccio, P. Biochemical markers of muscular damage / P. Brancaccio, G. Lippi, N. Maffulli // *Clin. Chem. Lab. Med.* – 2010. – № 48(6). – P. 757-67.
3. Brancaccio, P. Serum enzyme monitoring in sports medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, R. Buonauro, F.M. Limongelli // *Clin. Sports Med.* – 2008. – № 27 (1). – P. 1-18.
4. Brancaccio, P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F.M. Limongelli // *Br. Med. Bull.* – 2007. – № 81-82. – P. 209-30.
5. Carmo, F.C. Variability in resistance exercise induced hyperCKemia / F.C. Carmo, R. Pereira, M. Machado // *Isok. Exerc. Sci.* – 2011. – №19. – P. 191-197. □
6. Chen, T.C. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles / T.C. Chen, K.Y. Lin, H.L. Che, M.J. Lin, K. Nosaka // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2011. – №111. – P. 211-223.
7. Clarkson, P.M. Are women less susceptible to exercise-induced muscle damage? / P.M. Clarkson, M.J. Hubal // *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care.* – 2001. – № 4. – P. 527-531.
8. Gleeson, M. Biochemical and immunological markers of overtraining / M. Gleeson // *Journal of Sport Science and Medicine.* – 2002. – № 1. – P. 31-41.
9. Jamurtas A.Z. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage / A.Z. Jamurtas, V. Theocharis, T. Tofas, A. Tsiokanos, C. Yfanti, V. Paschalis, Y. Koutedakis, K. Nosaka // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2005. – № 95. – P. 179-185.
10. Koch A.J. The creatine kinase response to resistance exercise / A.J. Koch, R.

Pereira, M. Machado // J. Musculoskelet Neuronal Interact. – 2014. – № 14(1) . – P. 68-77.

11. Lippi G., Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run / G. Lippi, F. Schena, G.L. Salvagno, M. Montagnana, M. Gelati, C. Tarperi, G. Banfi, G.C. Guidi // Scand. J. Clin. Lab. Invest. – 2008. – № 68 (7). – P. 667-72.

12. Machado M. Effect of varying rest intervals between sets of assistance exercises on creatine kinase and lactate dehydrogenase responses / M. Machado, A.J. M Koch, J.M. Willardson, L.S. Pereira, M.I. Cardoso, M.K. Motta, R. Pereira, A.N. Monteiro // J. Strength. Cond. Res. – 2011. – №25. – P. 1339-1345.

13. Machado, M. Is □exercise-induced muscle damage susceptibility body segment dependent? Evidence for whole body susceptibility / M. Machado, L.E. Brown Augusto-Silva, R. Pereira // J. Musculoskelet Neuronal Interact. – 2013. – № 13. – P.105-110.

14. Machado, M. Creatinekinase activity weakly correlates to volume completed following upper body resistance exercise / M., Machado, J.M.

Willardson, D.P. Silva, I.C. Frigulha, A.J. Koch, S.C. Souza // Res. Q. Exerc. Sport. – 2012. – № 83. – P. 276-281.

15. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // Br. J. Sports Med. – 2007. – № 41(10). – P. 674-678.

16. Nosaka, K. Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise / K. Nosaka, P.M. Clarkson // Int. J. Sports Med. – 1992. – № 13. – P. 471-475.

17. Saka, T. Differences in the magnitude of muscle damage between elbow flexors and knee extensors eccentric exercises / T. Saka, A. Bedrettin, Z. Yazici, U. Sekir, H. Gur, Y. Ozarda // J. Sports Sci. Med. – 2009. – № 8. – P. 107-115.

18. Tiidus, P.M. Influence of estrogen on muscle plasticity / P.M. Tiidus // Braz. J. Biomotricity. – 2011. – №4. – P. 143-155.

***Статья поступила в редакцию:
10.09.2015 г.***