
СПОРТИВНА МЕДИЦИНА

© Винничук Ю. Д., Чикина И. В.

УДК 796.015:612

Винничук Ю. Д., Чикина И. В.

МАРКЕРЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ

Национальный университет физического
воспитания и спорта Украины (г. Киев)

vinnichukju@gmail.com

Работа выполнялась в соответствии с НИР «Технология стимуляции физической работоспособности и профилактики перенапряжения сердечно-сосудистой системы спортсменов при помощи нетоксических эргогенных средств», № государственной регистрации 0116U002572.

Вступление. Система подготовки спортсменов на современном этапе характеризуется интенсификацией тренировочного процесса, напряженность которого и без того приближается к пределу физических возможностей человека. Напряженная мышечная деятельность сопровождается значительными метаболическими и гематологическими изменениями. Длительное функционирование организма в подобных условиях может явиться причиной истощения его функциональных резервов, формирования состояния физического перенапряжения и перетренированности, что требует адекватных и информативных методов контроля адаптации к физическим нагрузкам. В значительной степени вышеуказанным требованиям отвечают и широко используются для контроля тренировочного процесса биохимические методы исследования, в частности определение маркеров повреждения и травматизации мышечной ткани, показателей белкового, углеводного липидного обмена, а также содержания минеральных веществ. Биохимические показатели позволяют уже на ранней стадии диагностировать признаки переутомления, вносить коррективы в тренировочный процесс, применять необходимые реабилитационные средства [1].

Длительные интенсивные загрузки приводят к локальному повреждению мышечной ткани, которое может наблюдаться в отношении сарколемы, базальной мембраны, а также сократительных элементов цитоскелета, что ведет к выходу в кровь мышечных белков и ферментов [7,16]. Одним из важнейших аспектов работы мышц является обеспечение их энергией, в первую очередь, в виде АТФ. Для ресинтеза АТФ в скелетных мышцах человека функционируют три вида анаэробных (креатинкиназный/алактатный, гликолитический/лактатный, миокиназный) и аэробный митохондриальный механизмы, являющиеся основой для выделения био-

химических маркеров, характеризующих состояние мышечной ткани [6]. К таким маркерам относят активность креатинкиназокиназы (КФК), лактатдегидрогеназы (ЛДГ), аспартат- (АсАТ) и аланинаминотрансферазы (АлАТ), что дает ценную информацию о состоянии внутриклеточного метаболизма после тренировочных и соревновательных нагрузок [7,8].

Ключевой фермент биосинтеза макроэргического субстрата креатинфосфата, КФК, согласно данным литературы, является информативным маркером функционального состояния мышечной ткани и широко используется в мониторинге тренировочного процесса благодаря простоте идентификации и значительно меньшей инвазивности, чем требуется для биопсии мышц (последний метод на сегодня практически не применяется) [15,16]. При высокоинтенсивных физических нагрузках определение КФК имеет большое диагностическое значения для оценки дезадаптации мышечного аппарата к тренировкам различной направленности, выявления мышечных микротравм или растяжения мышц, рабдомиолиза [10,11]. Тем не менее использование КФК как маркера осложняется из-за большой межиндивидуальной изменчивости, уровня подготовки и пола спортсменов, групп задействованных мышц, что может влиять на результат в большей степени, чем объем тренировочной нагрузки. На активность фермента также оказывают влияние такие факторы, как возраст, раса, мышечная масса, направленность физической нагрузки, климатические условия [11,16,18], что затрудняет изолированное использование этого показателя и выработку критериев для правильной интерпретации высоких значений активности КФК для конкретного вида спорта.

Также интерес в лабораторном контроле и спортивной медицине представляют тканевые ферменты АлАТ и АсАТ, которые используются для диагностики функционального состояния печени и сердца [4], что необходимо для раннего выявления повреждений и предупреждения дальнейшего нарушения функционирования организма, спортивно-медицинской патологии.

Цель исследования – оценить информативность изучения активности маркерных ферментов

Таблица 1.

Показатели активности КФК сыворотки крови спортсменов, представителей различных видов спорта (M±m)

Группы обследованных	Активность КФК, Ечл ⁻¹
Циклические виды спорта (n=27)	405,7 (150:2693)
Игровые виды спорта (n=30)	544,3 (92,4:1834)
Единоборства (n=10)	293,05 (217,5:356,4)
Доноры (n=10)	153,7±22,1 (133,8:178,0)
Референтные нормы	муж. 24-190

для определения функционального состояния мышечной ткани у спортсменов в динамике тренировочных нагрузок.

Объект и методы исследования. В исследованиях приняли участие 67 высококвалифицированных спортсменов, членов сборных команд Украины (все мужчины). Из них 27 – представители циклических видов спорта (велосипедный спорт, гребля на байдарках и каноэ; возраст 23,5±3,4 лет) с преимущественно аэробным обеспечением мышечной деятельности; 30 представителей игровых видов спорта (хоккей с шайбой на льду; возраст 25,5±5,6 лет) со смешанным обеспечением мышечной работы и 10 спортсменов – представителей единоборств (дзюдо; возраст 25,8±2,9 лет) с анаэробным обеспечением мышечной деятельности. В качестве контроля выступали 10 практически здоровых мужчин, систематически спортом не занимающихся (возраст 29,0±2,6 лет).

Кровь для исследования брали утром натощак из локтевой вены в состоянии относительного мышечного покоя без предшествующей физической нагрузки. Спортсмены на момент обследований не предъявляли жалоб, не имели проявлений острых заболеваний и травм. В сыворотке крови определяли показатели активности регуляторов метаболизма (общая КФК, АсАТ, АлАТ, гамма-глутаминтрансфераза, альфа-амилаза, щелочная фосфатаза), показатели белкового обмена (общий белок, мочевины, креатин), показатели углеводного обмена (глюкоза), показатели липидного обмена (холестерол, триацилглицеролы) с помощью полуавтоматического биохимического анализатора «HYMALYZER 3000» (Human Ltd., Германия) с использованием аутентичных стандартных диагностических и контрольных материалов. Индекс повреждения мышечной ткани рассчитывали как соотношение значений активности КФК и АсАТ. Коэффициент де Ритиса рассчитывали как отношение активности фермента АсАТ к активности АлАТ [6].

Для оценки достоверности различий при статистическом анализе с помощью пакетов прикладных программ «SIGMA Plot 5.0» и «Origin 5.0» были использованы непараметрические критерии (F-критерий Фишера).

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ активности КФК показал, что ее наибольшее значение наблюдается у представителей игровых видов спорта при смешанном типе энергообеспечения, наименьшая – у представителей единоборств с анаэробным типом энергообеспечения (**табл. 1**), что указывает на зависимость активности фермента от вида нагрузок и совпадает с мнением других авторов [8].

Учитывая значительную вариацию полученных данных, особенно активности КФК, что обусловлено различиями в скорости выхода фермента в кровь, и зависит от исходного состояния клеточных мембран, а также изменения их проницаемости под воздействием физических нагрузок [7], был проведен детальный анализ указанных биохимических показателей у спортсменов в зависимости именно

от активности КФК. Спортсмены были разделены на группы: I группа – активность КФК < 200 Ечл⁻¹, II группа – 200-500 Ечл⁻¹ и III группа – > 500 Ечл⁻¹. Как следует из **таблицы 2**, когда активность КФК не превышала 200 Ечл⁻¹, активность АлАТ и АсАТ у всех обследованных спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта, не выходила за рамки референтных значений, а индекс повреждения мышечной ткани (КФК/АсАТ) был менее 10,0 что свидетельствовало об отсутствии повреждения клеток скелетной мускулатуры [6]. Другие изучаемые биохимические параметры также находились в пределах референтных значений.

У спортсменов, активность КФК у которых находилась в пределах 200-500 Ечл⁻¹, отмечалось повышение среднегрупповых показателей активности АсАТ (**табл. 2**), причем более выраженные изменения были характерны для гребцов. Так, у указанных спортсменов в 50% случаев активность фермента превышала верхнюю границу референтного значения, у велосипедистов – в 42,8%, у хоккеистов – только в 28,6%. Повреждение мышечной ткани отсутствовало у представителей циклических видов спорта и у большинства хоккеистов (71,4% случаев). Иная картина наблюдалась у спортсменов, которые специализировались в единоборствах. У всех обследованных дзюдоистов активность КФК была в пределах 217,5-356,4 Ечл⁻¹, активность трансаминаз не превышала референтных границ, однако, индекс повреждения мышечной ткани находился на верхней границе допустимого значения и составлял 9,1-9,9. При изучении других стандартных биохимических показателей (общий белок, глюкоза, креатинин, мочевины и др.) сыворотки крови всех спортсменов II группы значительных изменений среднегрупповых значений не отмечено.

В группе спортсменов с активностью КФК выше 500 Ечл⁻¹, являющегося одним из признаков недовосстановления [3,6], наблюдались высокие значения АсАТ и АлАТ, что может быть отражением дисфункции печени и сердца при физической активности [2]. Активность АсАТ превышала 40,0 Ечл⁻¹ у всех спортсменов-гребцов и велосипедистов III группы, а у хоккеистов – только в 45,5% случаев. Показатели активности АлАТ выходили за верхний предел референтного значения у гребцов в 40,0%, у велосипедистов – в 50,0% и у хоккеистов – в 27,3% случаев. Кроме того, у спортсменов данной группы отмечался высокий индекс КФК/АсАТ, свидетельствующий о повреждении скелетной мускулатуры,

Показатели активности ферментов сыворотки крови спортсменов с различным уровнем КФК ($M \pm m$)

Исследуемые показатели	Виды спорта			Референ- тные нормы
	Циклические виды спорта			
	КФК <200 (n=5)	КФК 200-500 (n=12)	КФК >500 (n=10)	
АлАТ, ЕЧл-1	16,9±5,4	32,5±14,4	46,3±19,9	до 42
АсАТ, ЕЧл-1	22,3±4,6	41,9±11,6	62,6 (41,9:84,3)	до 37
АсАТ/АлАТ	1,39±0,4	1,35±0,2	1,38±0,5	0,91-1,75
КФК, ЕЧл-1	136,4 (92,4:184,2)	285,7 (200:425,9)	765,3 (501,1:1834)	24-190
КФК/АсАТ	6,1±0,6	6,9±1,5	12,2±1,7*	до 10
Игровые виды спорта				
АлАТ, ЕЧл-1	КФК <200 (n=5)	КФК 200-500 (n=14)	КФК >500 (n=11)	до 42
	27,9±14,1	23,1±6,8	31,9±14,2	
АсАТ, ЕЧл-1	27,4±9,9	30,8±9,5	48,3±29,9	до 37
АсАТ/АлАТ	1,0±0,2	1,44±0,6	1,65±0,8	0,91-1,75
КФК, ЕЧл-1	161,1 (150,0:185,9)	299,6 (217,1:420,3)	995,0 (521,1: 2693)	24-190
КФК/АсАТ	7,3±3,6	10,9±4,9	21,3±7,8**	до 10
Единоборства				
АлАТ, ЕЧл-1	КФК 200-500 (n=10)			до 42
	26,2±5,2			
АсАТ, ЕЧл-1	30,8±5,02			до 37
АсАТ/АлАТ	1,22±0,4			0,91-1,75
КФК, ЕЧл-1	293,05 (217,5:356,4)			24-190
КФК/АсАТ	9,5±0,4			до 10

Примечание: * – достоверно по сравнению с группами I и II ($p < 0,05$);

** – достоверно по сравнению с группой I ($p < 0,05$).

что требует полной диагностической оценки состояния мышечной ткани. Необходимость такой оценки после отдыха и без присутствия других предрасполагающих факторов (мышечная травма, инфаркт миокарда, ревмокардит, полиомиозит, дерматомиозит, миодистрофия и др.) обусловлена возможностью наличия бессимптомной миопатии, при которой интенсивные продолжительные тренировки могут вызвать негативные последствия, так как непрерывная потеря мышечных белков приводит к срыву адаптации к физическим нагрузкам [12].

Надлежит отметить, что широко используемый как в клинической, так и спортивной практике коэффициент Ритиса

(АсАТ/АлАТ), применяющийся для дифференциальной диагностики повреждений печени или сердца, несмотря на возрастание активности трансаминаз статистически не отличался в исследуемых группах спортсменов с различными значениями активности КФК и находился в допустимых пределах.

Кроме того, у спортсменов III группы, специализирующихся в циклических видах спорта, отмечена тенденция к увеличению активности альфа-амилазы от $161,6 \pm 65,5 \text{ Ечл}^{-1}$ ($113,0-256,0$) в I группе до $210,1 \pm 42,3 \text{ Ечл}^{-1}$ ($163,5-287,2$) в III группе и щелочной фосфатазы от $208,6 \pm 97,1 \text{ Ечл}^{-1}$ ($130,2-287,2$) до $232,1 \pm 51,4 \text{ Ечл}^{-1}$ ($151,1-349,6$) в I и III группах соответственно. Также у гребцов и велосипедистов наблюдалась тенденция к снижению содержания общего холестерина от $3,8 \pm 0,7 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ в I группе до $3,0 \pm 0,4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ в III группе и достоверное снижение уровня триацилглицеролов от $0,98 \pm 0,8 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ до $0,70 \pm 0,2 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ($p < 0,05$) соответственно. У хоккеистов была обнаружена тенденция к повышению концентрации общего билирубина – $15,6 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ в I группе против $20,5 \pm 8,7$

$\text{мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ в III группе; тенденция к снижению показателя общего белка от $74,3 \pm 5,7 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ в I группе до $66,9 \pm 4,2 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ в III группе и холестерина от $4,3 \pm 0,8 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ до $3,2 \pm 1,27 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ соответственно. Достоверные изменения (также как и у представителей циклических видов спорта) наблюдались у хоккеистов в уровне триацилглицеролов: $1,29 \pm 0,37 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ и $0,76 \pm 0,2 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ($p < 0,05$) в I и III группах соответственно.

Повышение содержания билирубина может быть связано с несовершенством эндогенной антиоксидантной системы, а повышение активности щелочной фосфатазы является результатом избыточной нагрузки на скелет и/или систему выделения гидрофобных соединений с желчью. Возрастание активности альфа-амилазы, отображающее интенсивность углеводного обмена и секреторную функцию поджелудочной железы, также может развиваться под влиянием длительных высокоинтенсивных нагрузок при недостаточной скорости процессов восстановления. Низкое содержание общего белка, холестерина и триацилглицеролов свидетельствует

об несбалансированности рациона, не соответствующего интенсивности и объему систематических физических нагрузок [8].

Подтверждением важности достаточного потребления белка для предотвращения повреждения мышц при физических нагрузках является описанный случай рабдомиолиза у юного спортсмена вследствие плохо спланированной вегетарианской диеты [13]. По сведениям других авторов присутствие в рационе диетических добавок на основе аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА) снижает активность КФК и ЛДГ после интенсивных тренировок у бегунов на длинные дистанции [17,19]. Таким образом, повышения активности КФК выше 500 Ехл⁻¹ в сыворотке крови представителей циклических видов спорта ассоциировано с нарастанием активности трансаминаз печени и недостаточным поступлением белков и липидов в организм.

Высокая степень травматизации скелетной мускулатуры у спортсменов, специализирующихся в единоборствах, при активности КФК менее 500 Ехл⁻¹ связана скорее с силовой направленностью тренировок в этом виде спорта, поскольку биохимические основы двигательных навыков борцов (дзюдо, греко-римская, вольная) обусловлены непосредственно проявлением силовых способностей [5]. Среди методов силовой подготовки борцов весьма эффективным является эксцентрическая тренировка (выполнение двигательных действий уступающего характера, с сопротивлением нагрузки, торможением и одновременным растягиванием мышцы), так как она развивает статическую силу мышц-сгибателей плеча, оказывающих сопротивление при попытке проведения болевых приемов.

Однако, эксцентрические сокращения мышц, в отличие от concentрических, чаще приводят к перфорации сарколеммы и повреждению саркомеров [11,16]. Кроме того, быстрые мышечные волокна (II типа – белые, гликолитические, быстро утомляемые), преобладающие в структуре мышц у борцов, более подвержены повреждениям при физических тренировках [9,14].

Выводы. При обследовании после дня отдыха спортсменов, специализирующихся в циклических и игровых видах спорта, с активностью КФК более 500 Ехл⁻¹ наблюдается повреждение скелетной мускулатуры, что является одним из признаков кумуляции процессов недовосстановления, предшествующих развитию симптомов дезадаптации, а также служит основанием для углубленного диагностического обследования состояния мышечной ткани с помощью неинвазивных методов (активность в сыворотке крови ЛДГ, миоглобина, тропонина, натрийуретического пептида BNP и др.), решения вопроса о коррекции тренировочных нагрузок, подбора соответствующей фармакологической поддержки. У спортсменов, специализирующихся в единоборствах, риск повреждения мышечной ткани возрастает при значениях КФК от 200 до 350 Ехл⁻¹.

Перспективы дальнейших исследований заключаются в поиске и проведении исследований активности и уровня содержания биохимических маркеров повреждения скелетной мускулатуры спортсменов, представителей различных видов спорта, выработки критериев, требующих диагностического дообследования состояния мышечной ткани для конкретного вида спорта.

Литература

1. Бутова О.А. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани / О.А. Бутова, С.В. Масалов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2011. – № 1. – С. 123-128.
2. Ермолаева Е.Н. Индикаторы повреждения при физических нагрузках различной интенсивности / Е.Н. Ермолаева, Л.В. Кривожижина // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1. – С. 1815-1821.
3. Иорданская Ф.А. Диагностика и дифференцированная коррекция симптомов дезадаптации к нагрузкам современного спорта и комплексная система мер их профилактики / Ф.А. Иорданская, М.С. Юдинцева // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 1. – С. 18-24.
4. Кудря О.Н. Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к нагрузкам разной направленности / О.Н. Кудря, Л.Е. Белова, Л.В. Капелевич // Бюл. сибирской медицины. – 2012. – № 3. – С. 48-53.
5. Кузнецов А.И. Оценка функционального состояния борцов по некоторым показателям гемодинамики и энергетического обмена / А.И. Кузнецов, А.И. Куров // Вестник Краснодарского университета МВД России. – 2014. – № 2 (24). – С. 108-112.
6. Никулин Б.А. Биохимический контроль в спорте / Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Сов. спорт, 2011. – 232 с.
7. Рыбина И.Л. Использование активности креатинфосфокиназы в оценке срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к тренировочным нагрузкам / И.Л. Рыбина, З.М. Кузнецова // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. – 2015. – № 3 (36). – С. 150-158.
8. Чиркин А.А. Лабораторные показатели состояния обмена веществ в зависимости от активности креатинкиназы у мужчин-спортсменов / А.А. Чиркин, Н.А. Степанов, А.И. Гурская [и др.] // Вестник ВДУ (Республика Беларусь). – 2014. – № 4 (82). – С. 57-63.
9. Шиян В.В. Теория и практика российского дзюдо: каковы перспективы интеграции? / В.В. Шиян, В.М. Невзоров // Теория и практика физической культуры. – 2005. – Вып. 5. – С. 19-25.
10. Banfi G. Metabolic markers in sports medicine / G. Banfi, A. Colombini, G. Lombardi, A. Lubokowska // Adv. Clin. Chem. – 2012. – Vol. 56. – P. 1-54.
11. Brancaccio P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F. Limongelli // Br. Med. Bull. – 2007. – № 81-82. – P. 209-230.
12. Brancaccio P. Serum enzyme monitoring in sports medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, R. Bounauro, F. Limongelli // Clin. Sports Med. – 2008. – Vol. 27, № 1. – P. 1-18.
13. Borrione P. Rhabdomyolysis in a young vegetarian athlete / P. Borrione, A. Spaccamiglio, R. Salvo, F. Fagnani [et al.] // F. Am. J. Phys. Med. Rehabil. – 2009. – Vol. 88 (11). – P. 951-954.

14. Friden J. Sublethal muscle fibre injuries after high-tension anaerobic exercise / J. Friden, J. Seger, B. Ekblom // Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol. – 1988. – Vol. 57. – P. 360-368.
15. Gleeson M. Biochemical and immunological markers of overtraining / M. Gleeson // J. Sport Science and Med. – 2002. – № 1. – P. 31-41.
16. Koch A. The creatine kinase response to resistance exercise / A. Koch, R. Pereira, M. Machado // J. Musculoskelet. Neuronal. Interact. – 2014. – № 14 (1). – P. 68-77.
17. Matsumoto K. Branched-chain amino acid supplementation attenuates muscle soreness, muscle damage and inflammation during an intensive training program / K. Matsumoto, T. Koba, K. Hamada, M. Sakurai, T. Higuchi, H. Miyata // J. Sports Med. Phys. Fitness. – 2009. – Vol. 49, № 4. – P. 424-431.
18. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // Br. J. Sports Med. – 2007. – № 41 (10). – P. 674-678.
19. Sharp C.P. Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training / C.P. Sharp, D.R. Pearson // J. Strength. Cond. Res. – 2010. – Vol. 24, № 4. – P. 1125-1130.

УДК 796.015:612

МАРКЕРИ ПОШКОДЖЕННЯ М'ЯЗОВОЇ ТКАНИНИ В СПОРТСМЕНІВ

Вінничук Ю. Д., Чикіна І. В.

Резюме. У статті досліджені маркери пошкодження м'язової тканини, зокрема активність ферментів загальної креатинкінази (КФК), аланін- (АлАТ) та аспартатамінотрансферази (АсАТ) у представників різних видів спорту. Показано, що у спортсменів, які спеціалізуються у циклічних (веслування на байдарках і каное, велосипедний спорт) та ігрових (хокей) видах спорту з активністю КФК більше 500 Е \times л⁻¹ спостерігається пошкодження скелетної мускулатури, що характеризується підвищенням індексу КФК/АсАТ – 12,2 \pm 1,7 (у веслярів і велосипедистів) і 21,3 \pm 7,8 (у хокеїстів). У спортсменів, які спеціалізуються в єдиноборствах, ризик пошкодження м'язової тканини зростає при значних КФК 200-350 Е \times л⁻¹ (КФК/АсАТ становить 9,5 \pm 0,4). Зазначене підвищення активності КФК і співвідношення КФК/АсАТ є підставою для поглибленого діагностичного обстеження стану м'язової тканини спортсменів і вирішення питання щодо корекції тренувальних навантажень.

Ключові слова: спорт, індекс пошкодження м'язової тканини, креатинфосфокіназа.

УДК 796.015:612

МАРКЕРЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ У СПОРТСМЕНОВ

Вінничук Ю. Д., Чикіна І. В.

Резюме. В статье изучены маркеры повреждения мышечной ткани, в частности активность ферментов общей креатинкиназы (КФК), аланин- (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ) у представителей различных видов спорта. Показано, что у спортсменов, специализирующихся в циклических (гребля на байдарках и каное, велосипедный спорт) и игровых (хоккей) видах спорта с активностью КФК более 500 Е \times л⁻¹ наблюдается повреждение скелетной мускулатуры, что характеризуется повышением индекса КФК/АсАТ – 12,2 \pm 1,7 (у гребцов и велосипедистов) и 21,3 \pm 7,8 (у хоккеистов). У спортсменов, специализирующихся в единоборствах, риск повреждения мышечной ткани возрастает при значениях КФК 200-350 Е \times л⁻¹ (КФК/АсАТ составляет 9,5 \pm 0,4). Указанное повышение активности КФК и соотношения КФК/АсАТ служит основанием для углубленного диагностического обследования состояния мышечной ткани спортсменов и решения вопроса о коррекции тренировочных нагрузок.

Ключевые слова: спорт, индекс повреждения мышечной ткани, креатинфосфокиназа.

UDC 796.015.612

MARKERS OF MUSCLE TISSUE DAMAGE IN ATHLETES

Vinnichuk Yu. D., Chikina I. V.

Abstract. Introduction. Long-term functioning of the body in state of intense exercise may be the cause of no functional reserve at exhaustion and overtraining. Therefore, there is a need in methods revealing physical stress. Intense and continuous exercise, training and competition can induce changes in the serum concentrations of numerous biochemical parameters. The biochemical markers that characterize the state of skeletal muscle are serum creatine phosphokinase (CK), aspartate (AST) and alaninaminotransferase (ALT). Their levels provide important information about intracellular metabolism. CK, known as a key enzyme in the biosynthesis of high-energy nutrient creatine phosphate and as marker of exercise-induced muscle damage, widely used in the monitoring of the training process due to the ease of identification, and is less invasive than that required for muscle biopsy. However, the use of CK is problematical because of the wide individual variability, the intensity of the training of athletes, focus on physical activity, which muscle group exercised, muscle bulk, age, race, and climatic condition.

The *purpose* of the study was to estimate the informativeness of the key enzyme level determination for detection of skeletal muscles functional status in athletes from various sports.

Materials and methods. The study involved 67 skilled male athletes, members of the national teams of Ukraine, who were engaged in cyclic sports with aerobic provision of the muscular activity (canoeing, cycle racing, n=27, the mean age is 23.5 \pm 3.4 years), sports games with mixed mechanism energy (ice hockey, n=30, the mean age is 25.5 \pm 5.6 years), and martial arts with anaerobic metabolism (judo, n=30, the mean age is 25.8 \pm 2.9 years). Athletes were after twenty-four hours of relaxation, without diseases and traumas. The biochemical markers were studied on

the semiautomatic biochemical analyzer "HUMALYZER 3000" (Human Ltd., Germany). The skeletal muscle damage index was calculated as the ratio CK/AST. Statistical analyses were performed using Fisher criterion.

Results. It has been shown that the highest CK activity is observed in athletes who were engaged in sports games with mixed mechanism energy of the muscular activity, the lowest – in martial arts with anaerobic metabolism.

Because of the significant variability of the obtained data the analysis of biochemical parameters was carried out depending on the level of CK in athletes: 200 E×l⁻¹ (first group), 200-500 E×l⁻¹ (second group) and > 500 E×l⁻¹ (third group). In all athletes from first group ALT and AST levels were within the reference values; the ratio of CK/AST was less than 10 that indicating the absence of skeletal muscle damage. In the athletes from second group was observed increase of AST level. Skeletal muscle damage was not detected in members of cyclic sports and in the majority of hockey players. In judo athletes CK level was less than 400 E×l⁻¹, transaminase level did not exceed the reference limit, but the ratio of CK/AST was on the verge of acceptable values (9.5±0.4). In third group was detected high AST and ALT levels, and high ratio of CK/AST (12.2±1.7 in rowers and cyclists; 21.3±7.8 in hockey players) indicating the skeletal muscle damage, what is the rationale for the in-depth diagnostic study of skeletal muscle status.

Conclusion. Damage of skeletal muscles was observed in athletes with CK level more than 500 E×l⁻¹ who specialize in cyclic sports and sports games after twenty-four hours of relaxation. The risk of muscle damage increased at the CK value 200-350 E×l⁻¹ in athletes who specialize in martial arts.

Keywords: sport, skeletal muscle damage index, creatine phosphokinase.

Рецензент – д. м. н. Пастухова В. А.

Стаття надійшла 15.05.2016 року