

УДК 796.01:612:001.891.53

## Лабораторные показатели состояния обмена веществ в зависимости от активности креатинфосфокиназы у мужчин-спортсменов

А.А. Чиркин\*, Н.А. Степанова\*, А.И. Гурская\*, А.Г. Тетерев\*\*,  
И.Н. Деркач\*\*\*, А.В. Цецохо\*\*\*\*

\*Учреждение образования

«Витебский государственный университет имени П.М. Машерова»

\*\*Учреждение здравоохранения «Витебский областной диагностический центр»

\*\*\*Учреждение здравоохранения «Витебский областной диспансер спортивной медицины»

\*\*\*\*Постоянная комиссия Палаты представителей Национального собрания Республики Беларусь по здравоохранению, физической культуре, семейной и молодежной политике

*Креатинфосфокиназа (КФК) является маркером повреждения скелетных мышц.*

*Цель исследования – изучение изменений биохимических и функциональных показателей, характерных для мужчин-спортсменов, в зависимости от активности креатинфосфокиназы.*

**Материал и методы.** Под наблюдением было 509 спортсменов-мужчин в возрасте от 15 до 20 лет, проходивших плановое обследование в Витебском областном диспансере спортивной медицины в 2012–2014 годах.

**Результаты и их обсуждение.** Независимо от уровня активности КФК в сыворотке крови спортсменов были повышены содержание общего билирубина, активности креатинфосфокиназы, щелочной фосфатазы и величина отношения КФК/АсАТ, а также снижены содержание общего белка, альбумина, триглицеридов и активность альфа-амилазы. Эти изменения можно рассматривать как следствие систематических занятий спортом молодыми мужчинами (преимущественный выход КФК из саркомеров мышечных клеток) в условиях относительной недостаточности питания, не соответствующей интенсивности и силе систематических физических нагрузок (белок, альбумины, триглицериды). Установлено, что выход креатинфосфокиназы в кровь зависит от вида нагрузок: наименьшее повышение активности было отмечено при аэробном типе дыхания, уровень активности КФК при анаэробном типе дыхания соответствовал средним значениям активности фермента (контроль обций) и наибольшее повышение активности КФК было выявлено при смешанном типе дыхания (командные игровые виды спорта). Для оценки функционального состояния спортсменов было обосновано применение коэффициента КФК/ЩФ: верхняя граница нормы – 1,71; общий банк – 1,70; спортсмены без разряда – 0,81; первый юношеский разряд – 0,57; второй и третий взрослые разряды – 0,54; первый взрослый разряд – 1,14; кандидаты в мастера спорта – 1,80; мастера спорта – 2,18.

**Заключение.** В статье обосновано применение отношения КФК/ЩФ для характеристики спортивной квалификации спортсменов.

**Ключевые слова:** лабораторное обследование, спортсмены, креатинфосфокиназа (КФК), щелочная фосфатаза (ЩФ), биохимия спорта.

## Laboratory Performance of the State of Metabolism Depending on the Activity of Creatine Phosphokinase for Male Athletes

А.А. Chirkin\*, N.A. Stepanova\*, A.I. Gurskaya\*, A.G. Teterev\*\*,  
I.N. Derkach\*\*\*, A.V. Tsetsoho\*\*\*\*

\*Educational establishment «Vitebsk State P.M. Masherov University»

\*\*Health protection establishment «Vitebsk Regional Diagnostic Centre»

\*\*\*Health protection establishment «Vitebsk Regional Sports Medicine Clinic»

\*\*\*\*Committee on Health, Physical Education, Family and Youth Policy  
of the House of Representatives

*Creatine phosphokinase (CK) is a marker of skeletal muscle damage.*

*The purpose of the research is the study of biochemical and functional indices for male athletes, depending on the activity of creatine kinase.*

**Material and methods.** 509 male athletes aged 15 to 20 were under scheduled examination held in Vitebsk Regional Sports Medicine Clinic in 2012–2014.

**Findings and discussion.** Whatever the level of CK in the serum of athletes, levels of total bilirubin increased as well as creatine phosphokinase activity, alkaline phosphatase, and the ratio of CK/AST; levels of total protein, albumin, triglyceride, and alpha-amylase activity reduced. These changes can be seen as a consequence of systematic doing sports by young men (mostly CK output of sarcomere muscle cells) in relative malnutrition, not appropriate intensity and strength of systematic physical activity (protein, albumin, triglycerides). The yield of CK in blood depends on the type of loads: the smallest increase in activity was observed for the type of aerobic respiration, CK levels in anaerobic respiration type corresponded to average values of the enzyme activity (common control), and the greatest increase in CK was observed when the mixed type of breathing (team games). To assess the functional state of the athletes application of the coefficient of CK/AP was justified: upper limit of normal – 1,71; total pot – 1,70; athletes without qualification – 0,81; first junior level – 0,57; second and third adult level – 0,54; first adult level – 1,14; Candidate for Master of Sport – 1,80; Master of Sports – 2,18.

**Conclusion.** The article substantiates the use of the proportion of CK/AP for characteristics of sport qualification of athletes.

**Key words:** laboratory tests, athletes, creatine phosphokinase (CK), alkaline phosphatase (AP), biochemistry of sports.

В последние годы методы молекулярной биологии и биохимии выходят на передовые позиции в подготовке спортсменов высокого уровня достижений. Широкое распространение получает идентификация спортсменов различной квалификации биохимическими методами, под которыми понимают анализ совокупности доступных для регистрации биохимических параметров сыворотки крови и других биологических жидкостей, клеток и тканей, обработанных современными компьютерными статистическими программами [1–2].

Одним из важнейших аспектов работы мышц является обеспечение их энергией. В самом общем виде работа мышц базируется на энергии солнца, запасенной в виде связей глюкозы в процессе фотосинтеза, которая поступает в организм с пищей. В организме человека эндогенный фонд глюкозы формируется в основном тремя органами: пищеварительным трактом – из пищи, в печени (90%) и почках (10%) в процессе глюконеогенеза из неуглеводных источников и, прежде всего, из аминокислот и молочной кислоты. Остальные органы и ткани, включая мышечную ткань, являются потребителями глюкозы.

Хорошо известно, что запасы АТФ мышц истощаются за несколько секунд при интенсивной физической работе. Для ресинтеза АТФ в скелетных мышцах человека функционируют три вида анаэробных (креатинкиназный, или алактатный; гликолитический, или лактатный; миокиназный) и аэробный митохондриальный механизмы. При истощении креатинкиназной системы биоэнергетика мышечного сокращения обеспечивается в зависимости от типа мышц гликолизом и/или окислительным фосфорилированием. Описанные механизмы снабжения энергией работы мышц являются основой для выделения биохимических маркеров, характеризующих их состояние [3]. К таким маркерам относятся креатинкиназа, или креатинфосфокиназа (КК, или КФК), лактатдегидрогеназа (ЛДГ), аспаратаминотрансфераза (АсАТ). Кроме маркеров мышеч-

ной деятельности важны показатели, отображающие состояние обмена веществ.

Креатинкиназа (КФ 2.7.3.2.) является глобулярным белком, состоящим из двух субъединиц с молекулярной массой по 43 кДа, относится к ферментам класса трансфераз. КФК катализирует обратимую реакцию переноса остатка фосфорной кислоты с АТФ на креатин с образованием креатинфосфата, используемого при работе мышц (КФК-ММ мышечный изофермент), сердца (КФК-МБ сердечный изофермент) и мозга (КФК-ББ мозговой изофермент). Мышечный изофермент связан с М-линией саркомера мышечных волокон. В митохондриях клеток находят два изофермента КФК в виде октамерных белков. У новорожденных детей активность КФК сыворотки крови <652 Ед/л, у женщин 12–17 лет <123 Ед/л и старше 17 лет <167 ед/л; у мужчин 12–17 лет <270 Ед/л и старше 17 лет <190–200 Ед/л. Активность КФК зависит от возраста, пола, расы, мышечной массы, физической активности и климатических условий. Высокая активность сывороточной КФК у здоровых лиц может быть связана с повреждением саркомеров мышечных клеток при усиленной физической работе, а также на доклинических стадиях заболеваний мышц, сердца и мозга [4].

Цель работы – изучение изменений биохимических и функциональных показателей, характерных для мужчин-спортсменов, в зависимости от активности креатинфосфокиназы.

Для достижения поставленной цели необходимо было избрать уровни активности КФК, при которых было бы целесообразно изучать различные показатели, характеризующие состояние обмена веществ в организме спортсмена. В качестве прототипа было отобрано обследование 483 спортсменов мужчин и 115 мужчин, не занимавшихся спортом, в возрасте от 7 до 44 лет [5]. У этих лиц были определены референтные границы активности КФК как 2,5–97,5 перцентили и 90%-е доверительные интервалы с использованием непараметрических методов статистической обработки материала (табл. 1) [6].

**Референтные пределы и доверительные интервалы (ДИ) активности сывороточной креатинфосфокиназы (Ед/л, 37°C) у спортсменов и не занимающихся спортом [5]**

Группа	Нижний референтный предел	ДИ нижнего референтного предела	Верхний референтный предел	ДИ верхнего референтного предела
Спортсмены	82	73–86	1083	881–1479
Не спортсмены	45	39–72	491	369–728

Из анализа данных табл. 1 следует, что у спортсменов по сравнению с лицами, не занимающимися спортом, нижний референтный предел выше в 1,8 раза, а верхний референтный предел – в 2,2 раза. Верхний референтный предел превышает у спортсменов нижний референтный предел в 13,2 раза, а у не спортсменов – в 10,9 раза.

**Материал и методы.** Под наблюдением было 509 спортсменов-мужчин в возрасте от 15 до 20 лет, проходивших плановое обследование в Витебском областном диспансере спортивной медицины в 2012–2014 годах. Образцы крови получали утром в положении сидя из локтевой вены после ночного голодания и сна. До взятия крови исключались физические нагрузки. В исследование включали лиц в состоянии практического здоровья, без острых заболеваний и серьезных травм или госпитализации в течение последних 3 месяцев. Испытуемые не потребляли лекарства по рецепту в течение недели, предшествующей забору крови. Перед взятием крови программа тренировочного процесса не изменялась. Кровь оставляли для свертывания при комнатной температуре в течение 30 минут и центрифугировали при 1500 g в течение 10 минут для отделения сыворотки, которую хранили при -20°C до 1 недели. Хранение в этих условиях не влияет на концентрацию и активность КФК [5].

В сыворотке крови спортсменов с помощью спектрофотометра SOLAR PV 1251C (Республика Беларусь) определяли содержание глюкозы (глюкозооксидазный метод) и общего белка (биуретовый метод), используя наборы фирмы «Ольвекс Диагностикум»; общего и прямого билирубина (метод Йендрашика–Грофа), альбумин (бромкрезоловый зеленый), используя наборы фирмы «Медреал»; мочевой кислоты (уриказный метод) и калия (тетрафенилборатный метод с осаждением), применяя наборы фирмы «Springreact». С помощью лабораторного анализатора Mindray BS-200 (Китай) и наборов фирмы «Springreact» определяли содержание мочевины (уреазный кинетический метод), креатинина (реакция Яффе без депротеинизации), общего холестерина (метод CHOD-PAP энзиматический),

холестерина ЛПВП (метод прямой ферментативный), триглицеридов (метод CHOD-PAP энзиматический), холестерина ЛПНП (метод прямой ферментативный), кальция (арсенатный метод), ОЖСС (преципитация с карбонатом магния), железа (метод Nitro-PAPS); оценивали активность аминотрансфераз АлАТ (IFCC), щелочной фосфатазы (DEA-буфер), общей альфа-амилазы (метод CNPG3), гамма-глутамилтрансферазы (метод с 3-карбоксинитроанилидом). Активность общей креатинкиназы (метод DOKS) и АсАТ (метод IFCC) определяли с помощью лабораторного анализатора при использовании наборов фирмы «Анализ МЕД». В процессе лабораторных исследований контроль качества проводился в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 873 от 10.09.2009 года. Использовали контрольные сыворотки «Мультиконт Витал» (РФ): «Нормальный уровень» серия 164234-01 и «Патологический уровень» серия 161770-01.

Полученный цифровой материал вводился в электронные таблицы и после проверки на правильность распределения обрабатывался статистически по Стьюденту. В качестве контрольной группы были обследованы 75 лиц мужского пола, не занимающихся спортом в возрасте 15–19 лет и проживающих в Витебской области [7]. Во всех таблицах приведены значения  $\bar{X} \pm S\bar{x}$  ( $M \pm m$ ). Статистически значимыми считались различия со значениями  $P < 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** В данной статье был проведен анализ показателей обмена веществ у практически здоровых лиц, не занимающихся систематически спортом (75 обследованных), а также у спортсменов при значениях КФК  $< 200$  Ед/л (156 обследованных),  $> 200$  Ед/л (353 обследованных) и  $> 1000$  Ед/л (37 обследованных). Полученные результаты представлены в табл. 2. Но в ней не приведены данные о содержании в сыворотке крови обследованных лиц глобулинов, общего холестерина, холестерина ЛПНП, кальция, калия, железа и величины отношения альбумин/глобулины, поскольку они не изменялись в зависимости от активности КФК.

**Биохимические показатели сыворотки крови в зависимости от активности КФК у мужчин-спортсменов ( $\bar{X} \pm S\bar{x}$ )**

Показатели	Контроль	КФК < 200 Ед/л	КФК > 200 Ед/л	КФК > 1000 Ед/л
Возраст (n)	15–19	18,6±0,46	19,0±0,3	19,1±0,57
Креатинкиназа (КФК), Ед/л	84,1±1,52	141±3,2 <sup>1</sup>	512±22 <sup>1,2</sup>	1519±121 <sup>1,2,3</sup>
Индекс массы тела (ИМТ), кг/м <sup>2</sup>	22,0±0,24	22,1±0,25	23±0,18 <sup>2</sup>	24,0±0,56 <sup>2</sup>
Глюкоза, ммоль/л	4,7±0,06	4,8±0,05	4,5±0,03 <sup>1,2</sup>	4,3±0,08 <sup>1,2,3</sup>
Мочевина, ммоль/л	5,5±0,14	4,9±0,09 <sup>1</sup>	5,2±0,07 <sup>2</sup>	5,2±0,24
Креатинин, ммоль/л	0,088±0,002	0,09±0,002	0,10±0,001 <sup>1</sup>	0,11±0,003 <sup>1,2,3</sup>
Билирубин общ., мкмоль/л	11,0±0,2	15,8±0,68 <sup>1</sup>	16,1±0,39 <sup>1</sup>	15,4±1,08 <sup>1</sup>
Мочевая кислота, ммоль/л	0,32±0,08	0,28±0,006	0,30±0,005 <sup>2</sup>	0,30±0,018
Общий белок, г/л	76±0,5	72±0,4 <sup>1</sup>	71,5 <sup>1</sup> ±0,25	71,4±0,75 <sup>1</sup>
Альбумин, г/л	46±0,3	42,0±0,30 <sup>1</sup>	42±0,22 <sup>1</sup>	41,5±0,65 <sup>1</sup>
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,2±0,01	1,39±0,030	1,48±0,026 <sup>2</sup>	1,38±0,073
Индекс атерогенности (ИА), ед.	2,4±0,04	1,94±0,06 <sup>1</sup>	1,80±0,07 <sup>1</sup>	2,0±0,37
Триглицериды (ТГ), ммоль/л	1,07±0,02	0,9±0,04 <sup>1</sup>	0,84±0,024 <sup>1</sup>	0,73±0,011 <sup>1,2</sup>
АлАТ, Ед/л	25,9±1,29	24,5±1,27	26,5±0,83	37,4±5,1 <sup>1,2,3</sup>
АсАТ, Ед/л	33,7±1,36	31,0±0,9	40,6±1,30 <sup>1,2</sup>	70,1±10,48 <sup>1,2,3</sup>
АсАТ/АлАТ	1,30	1,26±0,037	1,53±0,032 <sup>2</sup>	1,87±0,121 <sup>1,2,3</sup>
КФК/АсАТ	2,6	4,55±0,190 <sup>1</sup>	12,6±0,32 <sup>1,2</sup>	21,7±1,74 <sup>1,2,3</sup>
Щелочная фосфатаза (ЩФ), Ед/л	159±10,5	277±19,3 <sup>1</sup>	270±14,0 <sup>1</sup>	252±34,3 <sup>1</sup>
альфа-амилаза, Ед/л)	150±4,5	82±4,10 <sup>1</sup>	94±3,2 <sup>1,2</sup>	105,7±9,93 <sup>1,2</sup>
Гамма-глутамил-трансфераза (ГГТ), Е/л	22,6±1,18	18,2±0,23	15,2±0,36 <sup>1</sup>	14,6±0,93 <sup>1</sup>
ОЖСС, ммоль/л	54±0,61	53±0,71	52±0,5	49,3±1,23 <sup>2,3</sup>

**Примечание.** Результаты статистически значимы по отношению: <sup>1</sup> – к контролю; <sup>2</sup> – к группе с КФК < 200 Ед; <sup>3</sup> – к группе с КФК > 200 Ед.

Как следует из анализа материалов табл. 2, независимо от уровня активности КФК были повышены содержание общего билирубина, активности креатинфосфокиназы, щелочной фосфатазы и величина отношения КФК/АсАТ, а также снижены содержание общего белка, альбумина, триглицеридов и активность альфа-амилазы. Эти изменения можно рассматривать как следствие систематических занятий спортом молодыми мужчинами (преимущественный выход КФК из саркомеров мышечных клеток) в условиях относительной недостаточности питания, не соответствующего интенсивности и силе систематических физических нагрузок (белок, альбумины, триглицериды). Повышение содержания билирубина может быть связано с несовершенством эндогенной антиоксидантной системы предьявляемым аэробным нагрузкам, а повышение активности щелочной фосфатазы, вероятно, является результатом избыточной нагрузки на скелет и/или систему выведения гидрофобных соединений с желчью. При занятии спортом, когда активность КФК была близка к контрольному уровню и не превышала 200 Ед, дополнительно незначительно, но статистически достоверно уменьшились содержание мочевины

и величина индекса атерогенности. Спортсмены, в сыворотке которых активность КФК была больше 200 Ед/л, характеризовались более высоким индексом массы тела, а также гипогликемией, гиперкреатинемией и гиперферментемией для КФК и АсАТ, но снижением активности для гамма-глутамилтрансферазы.

Эти данные можно интерпретировать как результат постоянных занятий спортом, приведший к более значительному выходу КФК из саркомеров мышечных клеток и, вероятно, приращиванию мышечной массы на фоне незначительного, но достоверного уменьшения концентрации транспортной формы энергии – глюкозы. У части спортсменов-мужчин с активностью КФК выше 1000 Ед/л выявлены дополнительные изменения: активность АлАТ приблизилась к верхней границе нормы и уменьшились величины ОЖСС. Следовательно, биохимические критерии существенного повышения активности КФК в сыворотке крови спортсменов-мужчин выше 1000 Ед/л свидетельствуют о нарастании изменений, захватывающих функциональное состояние печени и недостаточность доступных углеводных источников энергии и железа.

Таблица 3

**Биохимические показатели активности креатинфосфокиназы  
и некоторых других ферментов исследуемых групп (X±Sx)**

Показатель	Контроль (не спортсмены)	Контроль общий	Аэробный	Анаэробный	Смешанный
АлАТ (Е/л)	25,9±1,29	21,8±0,83 <sup>3</sup>	20,5±1,68 <sup>3</sup>	24,9±2,72	22,2±1,13 <sup>3</sup>
АсАТ (Е/л)	33,7±1,36	36,0±0,96	33,4±1,23	36,4±2,30	40,2±2,01 <sup>3</sup>
ЩФ (Е/л)	158±10	266±17 <sup>3</sup>	479±45 <sup>1,2,3</sup>	455±42 <sup>1,2,3</sup>	282±20 <sup>3</sup>
КФК (Е/л)	160±24	449±26 <sup>3</sup>	354±29 <sup>1,2,3</sup>	451±65 <sup>3</sup>	569±57 <sup>2,3</sup>
ГГТ (Е/л)	22,6±1,18	15,2±0,44 <sup>3</sup>	15,5±0,77 <sup>3</sup>	14,9±0,55 <sup>3</sup>	15,8±0,83 <sup>3</sup>

**Примечание.** Результат статистически значим по отношению: <sup>1</sup> – к смешанному типу дыхания; <sup>2</sup> – к контролю общему; <sup>3</sup> – к контролю не спортсменов.

Таблица 4

**Активность КФК и других ферментов в зависимости от квалификации спортсменов**

Квалификация	АлАТ, Ед/л	АсАТ, Ед/л	ЩФ, Ед/л	КФК, Ед/л	ГГТ, Ед/л
Норма	5–40	8–55	до 117	до 200	11–50
Общий банк	21,8±0,83	36,0±0,96	266±17,24	449±26,2	15,2±0,44
Без разряда	19,2±1,26 <sup>3</sup>	29,7±0,14 <sup>1,3</sup>	450±69,4 <sup>3</sup>	369±38,4	13,04±0,69 <sup>1</sup>
Первый юношеский	19,2±2,71 <sup>3</sup>	29,7±1,99 <sup>1,3</sup>	467±58,2 <sup>3</sup>	268±76 <sup>1,3</sup>	14,8±1,07
Второй, третий взрослый	15,0±0,60 <sup>1,2,3</sup>	31,3±1,42 <sup>1,3</sup>	548±49 <sup>1,3</sup>	300±39 <sup>1,3</sup>	13,7±0,53
Первый взрослый	21,8±1,16 <sup>3</sup>	38,8±1,89	422±29 <sup>3</sup>	484±50	16,6±0,93 <sup>2</sup>
КМС	23,0±1,12 <sup>2</sup>	37±1,9 <sup>2</sup>	293±21 <sup>1,2,3</sup>	528±55 <sup>2</sup>	15,2±0,75 <sup>2</sup>
МС	30,5±4,12 <sup>1,2</sup>	39,0±3,31	221±14 <sup>1,2</sup>	522±86	16±1,92

**Примечание.** Результат статистически значим по отношению: <sup>1</sup> – к общему банку; <sup>2</sup> – к группе «Без разряда»; <sup>3</sup> – к группе МС (мастер спорта).

На следующем этапе было обследовано 299 спортсменов, которые были разделены на группы по преимущественно используемому типу дыхания. К аэробному типу дыхания отнесены виды спорта – биатлон, лыжные гонки, плавание – 52 человека, анаэробные виды спорта – борьба, бокс, тяжелая атлетика – 63, игровые виды спорта – футбол, хоккей – отнесены к смешанному типу – 100 спортсменов. Группы сравнивались с показателями всего банка (контроль общий), а также с показателями лиц (контроль (не спортсмены), находящихся в состоянии практического здоровья [7]. Возраст спортсменов 16,2–19,5 лет (табл. 3).

Установлено, что активность аланиламинотрансферазы достоверно снижена в общей группе по сравнению с региональными нормами на 16%, и только в группе с анаэробным типом дыхания им соответствует. Также снижена активность гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) во всех группах по сравнению с региональными нормами примерно в 1,5 раза, но между группами с различным типом дыхания одинакова.

Следует подчеркнуть резкое изменение активности щелочной фосфатазы и креатинфосфокиназы. Самая высокая активность щелочной

фосфатазы наблюдается в группах с аэробным и анаэробным типом дыхания, почти в 3 раза больше, чем региональные значения, и в 1,7 раза больше, чем в группе со смешанным типом дыхания. Активность креатинфосфокиназы у всех спортсменов выходит за пределы нормы. По группам достоверно выше ее активность в группе с игровыми видами спорта в 1,6 раза по сравнению с аэробным типом дыхания. Таким образом, выход креатинфосфокиназы в кровь зависит от вида нагрузок: наименьшее повышение активности отмечено при аэробном типе дыхания, уровень активности КФК при анаэробном типе дыхания соответствует средним значениям активности фермента (контроль общий) и наибольшее повышение активности КФК выявлено при смешанном типе дыхания (командные игровые виды спорта).

На третьем этапе исследования на основе банка, включающего лабораторные исследования у 299 спортсменов, была изучена зависимость активности ферментов сыворотки крови от уровня спортивного мастерства обследованных (табл. 4).

Из данных табл. 4 следует, что наименее значимыми оказались изменения активности гамма-глутамилтрансферазы, что может свидетельство-

вать об устойчивости плазматических мембран клеток к физическим нагрузкам и отсутствию эффектов длительного применения алкогольных напитков. Активность АлАТ превышала уровень активности фермента в общем банке только у мастеров спорта. Самые низкие величины активности АлАТ были зарегистрированы у спортсменов, имеющих 2-й и 3-й разряды взрослых. Активность АсАТ была ниже значений общего банка в группах «Без разряда», «Первый юношеский» и «Второй, третий взрослый». На уровне значений активности АсАТ общего банка находились средние величины активности АсАТ в группах «Первый взрослый», «КМС» и «МС». В целом, изменения активности АсАТ были менее выражены по сравнению с изменениями активности АлАТ. Фермент аланин-аминотрансфераза не является строгим органоспецифичным маркером поражения печени. Тем не менее, повышение активности этого фермента у мастеров спорта должно учитываться при обосновании фармакологического обеспечения их подготовки.

Наиболее значимыми оказались зависимости между активностью ферментов щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы и уровнем квалификации спортсмена. Оказалось, что основной вклад в формирование активности щелочной фосфатазы в общем банке вносят начинающие спортсмены, а креатинфосфокиназы – спортсмены высоких ступеней квалификации (первый разряд взрослый, КМС, МС). Это значит, что активность щелочной фосфатазы сыворотки крови может рассматриваться как потенциальный маркер адаптации организма спортсмена к систематическим физическим нагрузкам (возможно, на уровне растущего скелета в возрастном интервале 15–20 лет). Активность креатинфосфокиназы отражает в большей степени морфофункциональное состояние скелетных мышц в процессе прогрессирования систематических физических нагрузок. В связи с этим определенным интересом может представлять коэффициент КФК/ЩФ для характеристики лиц, занимающихся спортом: верхняя граница нормы – 1,71; общий банк – 1,70; спортсмены без разряда – 0,81; первый юношеский разряд – 0,57; второй и третий взрослые разряды – 0,54; первый взрослый разряд – 1,14; кандидаты в мастера спорта – 1,80; мастера спорта – 2,18 [8–9].

**Заключение.** Под наблюдением было 509 спортсменов-мужчин в возрасте от 15 до 20 лет. Независимо от уровня активности КФК у обследованных лиц были повышены содержание общего билирубина, активности креатинфосфокиназы, щелочной фосфатазы и величина отно-

шения КФК/АсАТ, а также снижены содержание общего белка, альбумина, триглицеридов и активность альфа-амилазы. Эти изменения можно рассматривать как следствие систематических занятий спортом молодыми мужчинами (преимущественный выход КФК из саркомеров мышечных клеток) в условиях относительной недостаточности питания, не соответствующего интенсивности и силе систематических физических нагрузок (белок, альбумины, триглицериды).

Установлено, что выход креатинфосфокиназы в кровь зависит от вида нагрузок: наименьшее повышение активности было отмечено при аэробном типе дыхания, уровень активности КФК при анаэробном типе дыхания соответствовал средним значениям активности фермента (контроль общий) и наибольшее повышение активности КФК было выявлено при смешанном типе дыхания (командные игровые виды спорта).

Для оценки функционального состояния спортсменов было обосновано применение коэффициента КФК/ЩФ: верхняя граница нормы – 1,71; общий банк – 1,70; спортсмены без разряда – 0,81; первый юношеский разряд – 0,57; второй и третий взрослые разряды – 0,54; первый взрослый разряд – 1,14; кандидаты в мастера спорта – 1,80; мастера спорта – 2,18.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ачкасов, Е.Е. Сравнительный анализ современных аппаратно-программных комплексов для исследования и оценки функционального состояния спортсменов / Е.Е. Ачкасов [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2011. – № 3. – С. 7–14.
2. Байкеев, Р.Ф. Идентификация спортсменов различной квалификации биохимическим методом / Р.Ф. Байкеев [и др.] // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – № 4. – С. 25–32.
3. Никулин, Б.А. Биохимический контроль в спорте: науч.-метод. пособие / Б.А. Никулин, И.И. Родионова. – М.: Советский спорт, 2011. – 232 с.
4. Brancaccio, P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F.M. Limongelli // Br. Med. Bull. – 2007. – Vol. 81–82. – P. 209–230.
5. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // Br. J. Sports Med. – 2007. – Vol. 41(10). – P. 674–678.
6. Solberg, H.E. Approved recommendation on the theory of reference values (1987). P. 5: Statistical treatment of collected reference values. Determination of reference limits / H.E. Solberg // J. Clin. Chem. Clin. Biochem. – 1987. – P. 25645–25656.
7. Чиркин, А.А. Физиологические значения лабораторных тестов у населения Республики Беларусь: справ. пособие / А.А. Чиркин [и др.]: под ред. В.С. Улащика. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2010. – 88 с.
8. Garcia-Webb, P. Plasma creatine kinase/aspartate aminotransferase ratio in the diagnosis of acute myocardial infarction / P. Garcia-Webb, C.I. Bhagat, J.P. Beilby // Clin. Chem. – 1985. – Vol. 31. – P. 498–499.
9. Dufour, D.R. Creatine kinase: aspartate aminotransferase activity ratio as an indicator of the source of an increased creatine kinase activity / D.R. Dufour // Clin. Chem. – 1988. – Vol. 34. – P. 2506–2510.

## REFERENCES

1. Achkasov E.E., Runenko S.D., Talambum E.A. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sport Medicine: Science and Practice], 2011, (3), pp. 7–14.
2. Baikayev R.F., Martinov A.V., Yanisheva G.G., Sakhatbutdinov Yu.E. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sport Medicine: Science and Practice], 2012, (4), pp. 25–32.
3. Nikulin B.A., Rodionova I.I. *Biokhimicheskii kontrol v sporte: nauch.-metod. posobiye* [Biochemical Control in Sport: Textbook], M.: Sovetskii sport, 2011, 232 p.
4. Brancaccio, P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F.M. Limongelli // Br. Med. Bull. – 2007. – Vol. 81–82. – P. 209–230.
5. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // Br. J. Sports Med. – 2007. – Vol. 41(10). – P. 674–678.
6. Solberg, H.E. Approved recommendation on the theory of reference values (1987). P. 5: Statistical treatment of collected reference values. Determination of reference limits / H.E. Solberg // J. Clin. Chem. Clin. Biochem. – 1987. – P. 25645–25656.
7. Cirkin A.A. *Fiziologicheskiye znacheniya laboratornykh testov u naseleniya Respubliki Belarus: sprav posobiye* [Physiological Parameters of Laboratory Tests of the Population of the Republic of Belarus. Reference Book], Minsk: Adukatsiya i vykhavanne, 2010, 88 p.
8. Garcia-Webb, P. Plasma creatine kinase/aspartate aminotransferase ratio in the diagnosis of acute myocardial infarction / P. Garcia-Webb, C.I. Bhagat, J.P. Beilby // Clin. Chem. – 1985. – Vol. 31. – P. 498–499.
9. Dufour, D.R. Creatine kinase : aspartate aminotransferase activity ratio as an indicator of the source of an increased creatine kinase activity / D.R. Dufour // Clin. Chem. – 1988. – Vol. 34. – P. 2506–2510.

Поступила в редакцию 05.06.2014. Принята в печать 18.08.2014  
Адрес для корреспонденции: e-mail: chir@tut.by – Чиркин А.А.

РЕПОЗИТОРИЙ ВДУ