

Обмен карнитина в оценке состояния тканевой энергетики и физической работоспособности юных спортсменов

Н.В. Рылова¹, А.А. Биктимирова¹, А.В. Жолинский²

¹ФГБОУ ВО Казанский государственный медицинский университет,
Министерство здравоохранения РФ, г. Казань, Россия

²ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации,
ФМБА России, г. Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: разработка прогностических критериев оценки физической работоспособности детей, занимающихся разными видами спорта, с помощью особенностей показателей обмена карнитина. **Материалы и методы:** в исследовании приняли участие 94 юных спортсмена (I группа – 48 детей, занимающихся игровыми видами спорта (хоккей на траве), II группа – 46 детей, занимающихся циклическими видами спорта (плавание), и 37 школьников, не имеющих регулярной интенсивной физической нагрузки, в качестве контрольной группы. Изучали показатели: свободный и связанный карнитин, максимальное потребление кислорода, показатель физической работоспособности, композиционный состав тела. **Результаты:** среднее содержание общего карнитина в группе детей, занимающихся игровыми видами спорта, оказалось ниже ($45,9 \pm 1,6$ мкмоль/л), чем в группе представителей циклических видов ($52,6 \pm 1,1$ мкмоль/л) и в контрольной группе ($46,3 \pm 1,0$ мкмоль/л). При исследовании уровня МПК в сравниваемых группах были выявлены статически значимые различия. Так, среди представителей хоккея на траве средний уровень абсолютного МПК составил $2,2 \pm 0,1$ л/мин, у пловцов – $3,8 \pm 0,2$ л/мин, в группе контроля – $2,7 \pm 0,1$ л/мин. В ходе исследования отмечены значимые положительные достоверные корреляционные связи между уровнем абсолютного МПК и общим и свободным карнитином. Полученные данные могут говорить о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким содержанием свободного карнитина. **Выводы:** таким образом, изучая состояние карнитинового обмена и максимального потребления кислорода, появляется возможность прогнозирования состояния физической работоспособности детей, что определяет меры профилактики ухудшения состояния здоровья при интенсивных физических нагрузках.

Ключевые слова: юные спортсмены, физическое развитие, мышечная масса, процент жировой массы

Для цитирования: Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Жолинский А.В. Обмен карнитина в оценке состояния тканевой энергетики и физической работоспособности юных спортсменов // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №1. С. 14-20. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.14.

Carnitine exchange in the assessment of tissue energetics and physical performance of young athletes

Natalia V. Rylova¹, Alina A. Biktimirova¹, Andrey V. Zholinsky²

¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia

²Federal Scientific Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to develop prognostic criteria for assessing the physical performance of children engaged in different sports, using the features of carnitine metabolism. **Materials and methods:** 94 young athletes and 37 students as a control group were included to the study. Indicators such as free and bound carnitine, maximum oxygen consumption (MOC) (as an indicator of physical performance), and the body composition were studied. **Results:** statistical analysis of the data indicated that the average amount of total carnitine in the group of children engaged in field hockey was lower (45.9 ± 1.6 $\mu\text{mol/l}$) comparing with the group of representatives of cyclic sports (52.6 ± 1.1 $\mu\text{mol/l}$) and with the group of control (46.3 ± 1.0 $\mu\text{mol/l}$). The study of the level of MOC in the abovementioned groups revealed statistically significant differences. Thus, among the field hockey players the average level of absolute MOC was 2.2 ± 0.1 lpm, swimmers – 3.8 ± 0.2 lpm, in the control group – 2.7 ± 0.1 lpm. The study showed significant positive correlation between the level of absolute MOC with total and free carnitine. The data obtained may indicate a greater aerobic performance in athletes with a higher content of free carnitine. **Conclusions:** thus, after studying the state of carnitine metabolism and maximum oxygen consumption, it becomes possible to predict the state of physical performance of children, which determines the measures to prevent health problems during intense physical activity.

Key words: young athletes, physical development, muscle mass, percentage of fat mass

For citation: Rylova NV, Biktimirova AA, Zholinsky AV. Carnitine exchange in the assessment of tissue energetics and physical performance of young athletes. Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2019;9(1):14-20. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.1.14.

1.1 Введение

В связи с высокой распространенностью факторов риска, связанных с образом жизни, в последние годы большое внимание уделяется формированию социальных привычек, полезных для здоровья у населения в целом. Правильное питание, мотивация к высокой двигательной активности и прочие аспекты здорового образа жизни должны воспитываться с самого раннего возраста [1]. Профилактическое направление в медицине выходит на первый план при медико-биологическом обеспечении спорта высших достижений, а также детско-юношеского спорта. Учитывая возрастные, половые особенности в становлении системы энергообеспечения у детей, существенное психологическое давление на юных атлетов, раннее начало занятий спортом, особенно важным становится вопрос об интенсивности физических нагрузок у детей в рамках сохранения их здоровья. [2, 3].

Авторами установлено, что при воздействии интенсивной физической нагрузки процессы клеточного метаболизма претерпевают определенные изменения. В результате дефицита кислорода в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот. Текущие процессы ведут к нарушению функции клетки, и, зачастую, к ее гибели. Выраженность этих процессов увеличивается по мере возрастания степени гипоксии тканей. Поэтому для профилактики ухудшения состояния здоровья и снижения работоспособности у детей необходим всесторонний подход к изучению энергообеспечения физической деятельности. В детской практике в диагностике различных состояний особенно важно использование малоинвазивных и эффективных методов исследования процессов, происходящих под воздействием физической деятельности. Благодаря развитию профилактического и метаболического направления в медицине появилась возможность создания надежного диагностического инструментария, позволяющего оценивать нарушения клеточной энергетики [4]. В числе этих методов важную роль играет оценка показателей обмена карнитина.

В связи с вышеизложенным, целью исследования явилась разработка прогностических критериев оценки физической работоспособности детей, занимающихся различными видами спорта, с помощью особенностей показателей обмена карнитина.

1.2 Материалы и методы

Всего под наблюдением находился 131 ребенок в возрасте от 12 лет до 18 лет. 94 ребенка (интенсивная физическая нагрузка не менее 12 часов в неделю с кратностью 3 и более раз в течение последних 6 или более месяцев) были распределены на 2 группы в зависимости от типа физической нагрузки: I группа – 48 детей, занимающихся игровыми видами спорта (хоккей на траве), II группа – 46 детей, занимающихся циклическими видами

спорта (плавание). III группу (контрольную) составили остальные 37 детей, не имеющих регулярной интенсивной физической нагрузки (занятия физической культурой 2 раза в неделю в рамках школьного расписания). В результате статистической обработки подтвердилась нормальность распределения сравниваемых совокупностей по возрасту и полу. Данные о возрасте исследуемых детей приведены в таблице 1.

Основными характеристиками карнитинового обмена являются уровень общего карнитина, содержание свободного (C0) и связанного карнитина (AK), а также индекс их соотношения AK/C0. Определение уровня общего карнитина, свободного и связанного карнитина методом тандемной хромато-масс-спектрометрии проводили на базе лаборатории молекулярной и биохимической диагностики НИКИ педиатрии ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (заведующий лабораторией – проф. Сухоруков В.С.) [5–8].

Биоимпедансметрию (содержание жировой, мышечной, костной массы тела, а также свободной жидкости), кардиореспираторное нагрузочное тестирование прямым методом (изучение уровня максимального потребления кислорода, л/мин) проводили на базе кафедры медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма» Минспорта России. Статистический анализ проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics 20 [9]. Полученные данные приведены в таблицах в виде $M \pm m$, где M – средняя величина, m – средняя ошибка средней величины.

1.3 Результаты и их обсуждение

В рамках общеклинического исследования изучена структура жалоб и перенесенных заболеваний. Все дети, занимающиеся спортом, на момент обследования активных жалоб не предъявляли и не отмечали наличие субъективных симптомов утомления и перенапряжения. Некоторые спортсмены, однако, отмечали болезненность в суставах. Среди мальчиков, занимающихся хоккеем на

Таблица 1

Распределение детей исследуемой и контрольной групп по полу

Table 1

Distribution of children in the main and control groups by gender

Группа/Вид нагрузки Group/Type of load	Мальчики/Boys		Девочки/Girls	
	n	M±m, лет/ years	n	M±m, лет/ years
Игровые виды спорта/ Team sports	29	16,1±0,3	19	16,2±0,3
Циклические виды спорта/ Cyclic sports	31	15,8±0,3	15	16,1±0,4
Контрольная группа/ Control group	17	16,0	20	15,0
ИТОГО/Total:	77	16,0±0,1	54	16,0±0,2

траве, 55,2% отметили, что испытывают болезненность в коленных суставах после тренировок и игр. Аналогичный ответ дали 42,1% девочек, играющих в хоккей на траве. Среди представителей плавания болезненности в суставах отмечено не было. При анализе диспансерных карт и результатов Эхо-КС у 17,2% мальчиков и 15,8% девочек, играющих в хоккей, был выявлен пролапс митрального клапана с незначительной регургитацией, что не является противопоказанием к занятиям спортом. Среди представителей плавания у 33,3% девочек были выявлены эктопические хорды левого желудочка. В результате, все дети были отнесены к I-II группе здоровья, допущены к тренировочным занятиям и соревнованиям.

Результаты исследования состояния карнитинового обмена

Среднее содержание общего карнитина в I группе (игровые виды спорта) составило $45,9 \pm 1,6$ мкмоль/л, во II группе (циклические виды спорта) – $52,6 \pm 1,1$ мкмоль/л, в III группе – $46,3 \pm 1,0$ мкмоль/л. Содержание общего карнитина имело статистически значимые различия при сравнении всех трех групп между собой ($F = 8,3$; $p < 0,001$). Парные сравнения показателей при помощи критерия Тьюки выявили существенно более высокий уровень общего карнитина в I группе (игровые виды спорта) при сравнении как со II группой (циклические виды спорта) ($p < 0,01$), так и контрольной группой ($p < 0,01$). Сопоставление долей свободного и связанного карнитина в исследуемых группах представлено на рисунке 1.

В соответствии с полученными данными установлено, что среднее процентное содержание свободного карнитина в структуре общего карнитина у представителей игровых видов спорта статистически значимо ниже, чем у представителей циклических видов спорта и в контрольной группе ($F = 5,2$; $p < 0,01$).

Далее показатели обмена карнитина были проанализированы с учетом половых различий независимо от вида физической нагрузки (табл. 2).

Выявлены статистически значимые различия между мальчиками и девочками по содержанию общего карнитина ($p < 0,001$), свободного карнитина ($p < 0,01$) и содержанию связанного карнитина ($p < 0,001$). Более высокий уровень показателей карнитинового обмена отмечался у мальчиков. Различия сравниваемых групп по средней величине индекса АК/С0 оказались статистически незначимыми.

Результаты сравнения показателей карнитинового обмена (свободного и связанного карнитина, их соотношения) в зависимости от вида спорта представлены в таблице 3.

В первую очередь проведено сравнение показателей карнитинового обмена среди детей одного пола в зависимости от вида физической нагрузки. Так, содержание свободного карнитина у девочек, занимающихся плаванием было статистически значимо выше, чем у хоккеисток ($p < 0,001$) и у девочек контрольной группы ($p < 0,001$). Этот же показатель у хоккеисток достоверно ниже, чем у девочек контрольной группы при $p < 0,05$. Статистически значимые различия содержания связанного карнитина отмечены только при сравнении девочек-хоккеисток и девочек контрольной группы, причем в последней он был существенно выше ($p < 0,001$). Наиболее высокие значения индекса АК/С0 наблюдались у девочек контрольной группы, имеющей статистически значимые различия как с хоккеистками ($p < 0,01$), так и с пловчихами ($p < 0,01$). У мальчиков-хоккеистов содержание свободного карнитина было существенно ниже, чем у пловцов ($p < 0,05$) и мальчиков контрольной группы ($p < 0,01$). Соотношение связанных карнитин/свободный карнитин оказалось статистически значимо ниже в контрольной группе, по сравнению с мальчиками-пловцами и хоккеистами ($p < 0,001$). Нами были установлены существенные различия между показателями АК/С0, измеренными в сравниваемых группах ($F = 4,9$; $p < 0,01$). Парные сравнения значений индекса позволили обнаружить статистически значимые различия уровня АК/С0 при сравнении хоккеистов как с пловцами ($p < 0,05$), так и с группой контроля ($p < 0,05$). Таким образом, у девочек, занимающихся циклическими видами спорта (плаванием) высокое содержание свободного карнитина говорит о более эффективной клеточной энергетике по сравнению с представительницами других групп.

Выявлены статистически значимые различия между мальчиками и девочками по содержанию свободного карнитина ($p < 0,01$) и содержанию связанного карнитина ($p < 0,001$). Более высокий уровень показателей карнитинового обмена отмечался у мальчиков. Различия сравниваемых групп по средней величине индекса АК/С0 оказались статистически незначимыми. При сравнении уровня связанного карнитина во всех трех группах статистически значимых различий выявлено не

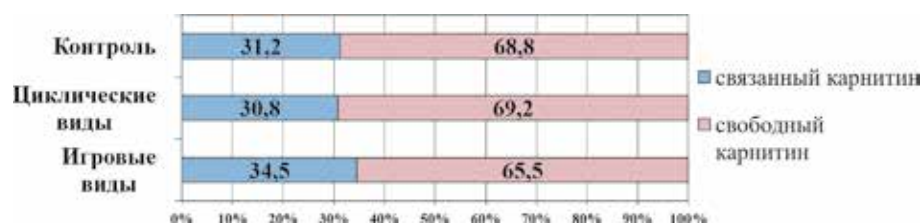


Рис. 1. Процентное соотношение свободного и связанного карнитина в изучаемых группах

Fig. 1. Percentage of free and bound carnitine in the studying groups

Таблица 2

Сравнение показателей карнитинового обмена в зависимости от пола

Table 2

Comparing the carnitine metabolism regarding to gender

Показатель карнитинового обмена/ Carnitine metabolism index	Пол/Gender		t	p
	Мужской/Male	Женский/Female		
Общий карнитин/Total carnitine, мкмоль/л/ umol/l	51,66±1,17	44,6±0,90	4,8	<0,001
Свободный карнитин/Free carnitine (C0), мкмоль/л/ umol/l	34,5±0,8	30,7±0,8	3,2	<0,01
Связанный карнитин (AK)/Bound carnitine (BC), мкмоль/л / umol/l	17,2±0,6	13,9±0,4	4,5	<0,001
Индекс АК/BC index/C0	0,51±0,02	0,46±0,01	1,9	>0,05

Таблица 3

Содержание свободного и связанного карнитина, значение индекса АК/С0

Table 3

Free and bound carnitine, the value of index BC/C0

Группа/Group	Пол/Gender	Свободный карнитин (C0), мкмоль/л/ Free carnitine, umol/l	Связанный карнитин (AK), мкмоль/л/ Bound carnitine (BC), umol/l	AK/C0 BC/C0
Игровые виды спорта/ Team sports	Мужской/Male	31,8±1,4	18,4±0,9	0,59±0,02
	Женский/Female	27,0±1,0	12,27±0,5	0,46±0,02
Циклические виды спорта/ Cyclic sports	Мужской/Male	36,3±1,1	17,4±0,8	0,49±0,03
	Женский/Female	36,3±1,3	14,0±0,9	0,4±0,04
Группа контроля/ Control group	Мужской/Male	40,6±2,5	11,1±0,9	0,27±0,01
	Женский/Female	29,9±0,8	15,5±0,4	0,52±0,01

было ($F = 1,7; p > 0,05$). Различия показателей карнитинового обмена были проанализированы в зависимости от возраста. Однако статистически значимых различий в содержании свободного и связанного карнитина в разные возрастные периоды выявлено не было.

Выявленные различия в содержании свободного карнитина и соотношения АК/С0 указывают на состоянии более эффективной клеточной энергетики именно у мальчиков – представителей аэробных нагрузок, так как высокое содержание свободного карнитина обеспечивает перенос большого количества жирных кислот через митохондриальную мембрану [10, 11].

Изучение показателей аэробной работоспособности у спортсменов

С целью оценки состояния аэробной работоспособности у спортсменов проведена оценка показателя МПК в зависимости от пола и вида физической нагрузки. Полученные данные представлены в таблице 4.

Согласно полученным результатам, различия как абсолютного, так и относительного показателя МПК между сравниваемыми группами были статистически значимыми ($p < 0,001$). При сравнении абсолютного показателя МПК между группами, выявлено, что у представителей циклических видов спорта уровень МПК выше, чем у детей, занимающихся спортивными играми и группы кон-

троля при $p < 0,001$. При изучении относительного показателя МПК, рассчитанного в зависимости от массы тела, были также установлены аналогичные показатели ($p < 0,001$).

Полученные данные объясняются спецификой выполняемой нагрузки, а также гендерными различиями в исследуемых группах. Известно, что становление системы энергообеспечения проходит в разные возрастные периоды в зависимости от пола. Так, абсолютные показатели МПК у мальчиков достигают своих максимальных величин при наступлении возраста 15 лет. Таким образом, наивысший уровень как абсолютного, так и относительного МПК отмечается у мальчиков, занимающихся циклическими видами спорта, что говорит о необходимости более эффективной клеточной энергетики при аэробных нагрузках, а также подтверждает различия становления системы энергообеспечения у мальчиков и девочек.

В ходе сопоставления уровней абсолютного и относительного МПК и состояния карнитинового обмена у юных спортсменов были выявлены значимые достоверные корреляционные связи между изучаемыми показателями.

Так, зависимость абсолютного МПК от содержания свободного карнитина описывается уравнением регрес-

Таблица 4

Сравнение абсолютного МПК (л/мин) и относительного МПК (мл/кг/мин) в зависимости от вида физической нагрузки и пола

Table 4

Comparing an absolute Maximum oxygen consumption (liter per min) and relative Maximum oxygen consumption (ml per kg per min) depending on the type of physical activity and gender

Вид спорта/Type of sport	Абсолютное МПК/Absolute MOC		Относительное МПК/Relative MOC	
	Мальчики/Boys	Девочки/Girls	Мальчики/Boys	Девочки/Girls
Игровые виды спорта/ Team sports	н/д	2,17±0,07	н/д	38,4±1,0
Циклические виды спорта/ Cyclic sports	4,06±0,14	2,57±0,03	60,4±1,3	44,9±1,9
Контрольная группа/ Control group	2,68±0,08	н/д*	40,0±2,8	н/д*

Примечание: * не диагностировано/*was not studied

сии, полученным в ходе статистической обработки имеющихся данных (1).

$$Y_{\text{МПК(а)}} = 1,01 + 0,05 \cdot X_{\text{C0}}, \quad (1)$$

где $Y_{\text{МПК(а)}}$ – абсолютное МПК (л/мин), X_{C0} – содержание свободного карнитина (мкмоль/л).

Коэффициент корреляции, характеризующий данную связь, составил 0,46, что по шкале Чеддока соответствует умеренной тесноте связи между показателями. Вклад уровня свободного карнитина в дисперсию показателя абсолютного МПК составляет 20,9%. Уровень статистической значимости выявленной корреляционной связи соответствует $p < 0,01$.

Нами также была оценена взаимосвязь относительного показателя МПК и содержания свободного карнитина, которая описывалась следующим уравнением регрессии, полученным в ходе статистической обработки имеющихся данных (2).

$$Y_{\text{МПК(о)}} = 27,44 + 0,52 \cdot X_{\text{C0}}, \quad (2)$$

где $Y_{\text{МПК(о)}}$ – относительное МПК (мл/мин/кг), X_{C0} – содержание свободного карнитина (мкмоль/л).

Коэффициент корреляции, характеризующий данную связь, составил 0,36, что по шкале Чеддока соответствует умеренной тесноте связи между показателями.

Вклад уровня свободного карнитина в дисперсию показателя относительного МПК составляет 12,6%. Уровень статистической значимости выявленной корреляционной связи соответствует $p < 0,05$.

Результаты изучения содержания жировой массы тела юных спортсменов.

В группе исследуемых детей было проведено сравнение средних величин массы тела и процентного содержания жировой массы. Процентное содержание жировой массы тела оказалось наиболее низким у мальчиков, занимающихся игровыми видами спорта. Достоверных различий в содержании жировой массы тела среди мальчиков, занимающихся интенсивными физическими нагрузками, однако, выявлено не было ($t = 1,58$). У мальчиков контрольной группы, содержание жировой массы тела достоверно выше по сравнению с представителями циклических и игровых видов спорта. Среди девочек, процентное содержание жировой массы тела оказалось достоверно ниже у девочек, занимающихся циклическими видами спорта ($t = 4,12$, $p < 0,001$). Полученные результаты представлены в таблице 5.

1.4 Выводы

С целью комплексной оценки влияния изученных факторов на величину относительного МПК использо-

Таблица 5

Средние значения массы тела и содержания жировой массы

Table 5

Average body mass and fat content

Вид спорта/Type of sport	Масса тела/Body mass		% жировой массы тела/Body fat mass %	
	Мальчики/Boys	Девочки/Girls	Мальчики/Boys	Девочки/Girls
Игровые виды спорта/Team sports	67,7±2,51	56,66±1,37	7,83±0,72	17,53±0,64
Циклические виды спорта/Cyclic sports	65,93±1,39	57,66±1,71	9,6±0,87	22,24±1,0
Контрольная группа/Control group	69,43±5,75	н/д*	23,6±2,41	н/д*

Примечание: * не диагностировано/*was not studied

ван метод множественной линейной регрессии. В результате отбора наиболее значимых переменных получена следующая регрессионная модель (3).

$$Y_{\text{МПК(о)}} = 43,389 - 1,003 \cdot X_{\text{ЖМТ}} + 0,592 \cdot X_{\text{С0}}, \quad (3)$$

где $Y_{\text{МПК(о)}}$ – относительное МПК (мл/мин/кг), $X_{\text{ЖМТ}}$ – процентное содержание жира в организме (%), $X_{\text{С0}}$ – содержание свободного карнитина (мкмоль/л).

Значения коэффициентов регрессии свидетельствуют о наличии прямой взаимосвязи относительного МПК с содержанием свободного карнитина (0,592) и обратной взаимосвязи с жировой массой тела (-1,003).

Коэффициент корреляции, характеризующий связь относительного МПК с жировой массой тела и содержанием свободного карнитина, составил 0,61, что по шкале Чеддока соответствует заметной тесноте связи между показателями. Полученная модель (5) определяет дисперсию показателя относительного МПК, которая составляет 36,8%. Уровень статистической значимости выявленной корреляционной связи составил $p < 0,01$.

Список литературы

1. Баранова А.А. Профилактическая педиатрия: руководство для врачей. Москва, 2012. 691 с.
2. Балькова Л.А., Ивянский С.А., Макаров Л.М., Маркелова И.А., Киселева М.И., Балашов В.П. Перспективы метаболической терапии в детской спортивной кардиологии // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. 2009. №8. С. 7-13.
3. Ключников С.О., Ильяшенко Д.А., Ключников М.С. Эффективность Карнитона и Кудесана у подростков. Клинико-функциональное и психологическое исследование // Практика педиатра. 2009. №2. С. 23-7.
4. Сухоруков В.С. Очерки митохондриальной патологии. М.: Медпрактика-М, 2011. 288 с.
5. Esco MR, Fedewa MV, Cicone ZS, Sinelnikov OA, Sekulic D, Holmes CJ. Field-Based Performance Tests Are Related to Body Fat Percentage and Fat-Free Mass, But Not Body Mass Index, in Youth Soccer Players // Sports (Basel). 2018. Т.6, №4. e:105.
6. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в медицине // Практическая медицина. 2014. №3. С. 50-3.
7. Lyudinina AY, Ivankova GE, Boyko ER. Priority use of medium-chain fatty acids during high-intensity exercise in cross-country skiers // J Int Soc Sports Nutr. 2018. Vol.15, №1. P. 57
8. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes // J Strength Cond Res. 2014. Vol.28, №2. P. 514-9.
9. Наследов А.Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных. СПб.: Издательский дом «Питер», 2011. 399 с.
10. Gerasimos V. Grivas The Role of L-Carnitine in Distance Athletes // International Journal of Sports Science. 2018. Vol.8, №5. P. 158-63.
11. Ellingson DJ, Shippar JJ, Gilmore JM. Determination of Free and Total Choline and Carnitine in Infant Formula and Adult/Pediatric Nutritional Formula by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS): Single-Laboratory Validation, First Action 2015.10 // J AOAC Int. 2016. Vol.99, №1. P. 204-9.

В ходе исследования также намечены значимые положительные достоверные корреляционные связи между уровнем абсолютного МПК и общим ($r=0,55$, $p < 0,001$) и свободным карнитином ($r=0,60$, $p < 0,001$). Полученные данные могут говорить о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким содержанием свободного карнитина, так как достаточное количество обеспечивает адекватное течение процессов клеточного энергообмена. При медицинском обеспечении детско-юношеского спорта особенно важно изучение вопроса о физиологии здорового ребенка, так как основной задачей врача-педиатра, а также спортивного врача становится сохранение здоровья детей, занимающихся интенсивными физическими нагрузками.

Таким образом, изучение состояния карнитинового обмена для выявления особенностей клеточного энергообмена у детей становится актуальной задачей. Изучая состояние карнитинового обмена и композиционного состава тела, появляется возможность прогнозирования состояния физической работоспособности детей, что определяет меры профилактики ухудшения состояния здоровья при интенсивных физических нагрузках.

References

1. Baranov AA. Preventive Pediatrics: a guide for doctors. Moscow, 2012. 691 p. Russian.
2. Balykova, LA, Ivvanskiy SA, Makarov LM, Markelova IA, Kiseleva MI, Balashov VP. Perspectives of metabolic therapy in pediatric sports cardiology. *Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky.* 2009;(8):7-13. Russian.
3. Klyuchnikov SO, Ilyashenko DA, Klyuchnikov MS. The Effectiveness of Carniton and Kudesan in adolescents. *Clinical, functional and psychological research. Pediatrician Practice.* 2009;(2):23-7. Russian.
4. Sukhorukov VS. Study of mitochondrial pathology. Moscow, Medpraktika-M, 2011. 288 p. Russian.
5. Esco MR, Fedewa MV, Cicone ZS, Sinelnikov OA, Sekulic D, Holmes CJ. Field-Based Performance Tests Are Related to Body Fat Percentage and Fat-Free Mass, But Not Body Mass Index, in Youth Soccer Players. *Sports (Basel).* 2018;6(4):e:105.
6. Biktimirova AA, Rylova NV, Samoylov AS. Application of cardiorespiratory exercise testing in medicine. *Practical medicine.* 2014;(3):50-3. Russian.
7. Lyudinina AY, Ivankova GE, Boyko ER. Priority use of medium-chain fatty acids during high-intensity exercise in cross-country skiers. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;15(1):57. Russian.
8. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J Strength Cond Res.* 2014;28(2):514-9.
9. Nasledov AD. SPSS 19. Professional statistical data analysis. Saint-Petersburg, Publishing house «Peter», 2011. 399 p. Russian.
10. Gerasimos V. Grivas The Role of L-Carnitine in Distance Athletes. *International Journal of Sports Science* 2018;8(5):158-63.
11. Ellingson DJ, Shippar JJ, Gilmore JM. Determination of Free and Total Choline and Carnitine in Infant Formula and Adult/Pediatric Nutritional Formula by Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry (LC/MS/MS): Single-Laboratory Validation, First Action 2015.10. *J AOAC Int.* 2016;99(1):204-9.

Информация об авторах:

Рылова Наталья Викторовна, профессор кафедры госпитальной педиатрии ФГБОУ ВО Казанский государственный медицинский университет Минздрава России, д.м.н. (+7 (917) 397-33-93, rilovanv@mail.ru)

Биктимирова Алина Азатовна, ассистент кафедры профилактической медицины и экологии человека ФГБОУ ВО Казанский государственный медицинский университет Минздрава России, к.м.н.

Жолинский Андрей Владимирович, директор ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России, к.м.н.

Information about the authors:

Natalia V. Rylova, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor of the Department of Hospital Pediatrics of the Kazan State Medical University (+7 (917) 397-33-93, rilovanv@mail.ru)

Alina A. Biktimirova, M.D., Ph.D. (Medicine), Assistant of the Department of Preventive Medicine and Human Ecology of the Kazan State Medical University

Andrey V. Zholinsky, M.D., Ph.D. (Medicine), Director of the Federal Scientific Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation of the Federal Medical and Biological Agency of Russia

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Поступила в редакцию: 22.01.2019

Принята к публикации: 19.02.2019

Received: 22 January 2019

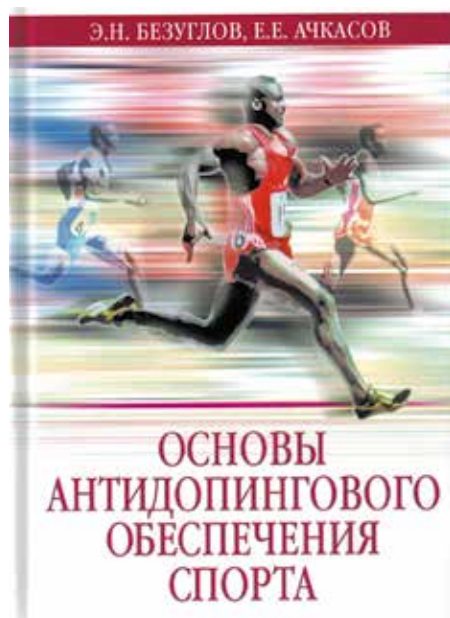
Accepted: 19 February 2019

Серия «Библиотека журнала «Спортивная медицина: наука и практика»

Учебное пособие

Основы антидопингового обеспечения спорта

Под редакцией Безуглова Э.Н., Ачкасова Е.Е.



В учебном пособии изложены история борьбы с допингом, структура антидопингового обеспечения и его нормативно-правовое регулирование. Понятие допинга рассмотрено с точки зрения нарушения антидопинговых правил. Представлены сведения о распространенности допинга в различных видах спорта, запрещенных в спорте субстанциях и методах и получении разрешения на их терапевтическое использование, роли биологически активных добавок в структуре нарушений антидопинговых правил, вреде допинга здоровью человека, процедуре допинг-контроля и его особенностях у лиц с инвалидностью и несовершеннолетних, способах фальсификации допинг-проб и методах борьбы с ними, санкциях за нарушение антидопинговых правил, биологическом паспорте спортсмена и системе АДАМС. Приведены адреса сайтов, содержащих информацию по проблеме борьбы с допингом. Усвоению материала способствуют вопросы для самоконтроля и тестовые задания.

Учебное пособие предназначено для студентов медицинских образовательных учреждений высшего образования, может быть полезно клиническим ординаторам, обучающимся по специальности «Лечебная физкультура и спортивная медицина», спортивным врачам и врачам смежных специальностей, студентам физкультурных вузов, тренерам и иным специалистам в области физической культуры и спорта.

Книги можно заказать на сайте издательства «Спорт»: <http://www.olimppress.ru>