

Метаболизм карнитина и максимальное потребление кислорода у юных спортсменов

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

¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия;

²ФНКЦ спортивной медицины и реабилитации ФМБА, Москва, Россия

Carnitine metabolism and maximum oxygen consumption in young athletes

N.V. Rylova¹, A.V. Zholinsky², A.A. Biktimirova¹

¹Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

²Federal Scientific Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation, Moscow, Russia

Цель исследования. Оценка физической работоспособности детей, занимающихся разными видами спорта, путем анализа показателей обмена карнитина.

Характеристика детей и методы исследования. В исследовании приняли участие 94 юных спортсмена и 37 школьников в качестве контрольной группы. Изучались такие показатели, как свободный и связанный карнитин, максимальное потребление кислорода и композиционный состав тела.

Результаты. В ходе исследования отмечены положительные достоверные корреляции между уровнем абсолютного максимального потребления кислорода и содержанием общего и свободного карнитина в крови. Полученные данные могут свидетельствовать о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким уровнем свободного карнитина в крови, так как достаточное его количество обеспечивает адекватный клеточный энергообмен.

Заключение. В результате изучения показателей карнитина и композиционного состава тела появляется возможность прогнозирования физической работоспособности детей, что определяет меры профилактики ухудшения состояния здоровья при интенсивных физических нагрузках.

Ключевые слова: юные спортсмены, общий карнитин, свободный карнитин, физическое развитие, мышечная масса, процент жировой массы, максимальное потребление кислорода.

Для цитирования: Рылова Н.В., Жолинский А.В., Биктимирова А.А. Метаболизм карнитина и максимальное потребление кислорода у юных спортсменов. *Рос вест перинатол и педиатр* 2019; 64:(5): 209–214. DOI: 10.21508/1027-4065-2019-64-5-209-214

Purpose. To assess physical performance of children doing sports on the basis of carnitine exchange indicators.

Characteristics of children and research methods. The study involved 94 young athletes and 37 schoolchildren (Control Group). The researchers studied such indicators as free and bound carnitine, maximum oxygen consumption and body composition.

Results. The study noted positive reliable correlations between the level of absolute maximum oxygen consumption and the content of total and free carnitine in the blood. The data obtained may indicate greater aerobic performance in athletes with a high level of free carnitine in the blood, since its sufficient amount provides adequate cellular energy exchange.

Conclusion. Thus, studying the state of carnitine indicators and body composition, it is possible to predict physical performance of children and to prevent deterioration of health in children during intense physical exertion.

Key words: young athletes, total carnitine, free carnitine, physical development, muscle mass, percentage of fat mass, maximum oxygen consumption.

For citation: Rylova N.V., Zholinsky A.V., Biktimirova A.A. Carnitine metabolism and maximum oxygen consumption in young athletes. *Ros Vestn Perinatol i Peditr* 2019; 64:(5): 209–214 (in Russ). DOI: 10.21508/1027-4065-2019-64-5-209-214

В последние годы большое внимание уделяется работе по формированию у населения в целом социальных привычек, полезных для здоровья. Правильное питание, мотивация к высокой двигательной активности и прочие аспекты здорового образа

жизни должны воспитываться с самого раннего возраста. Профилактическое направление в медицине выходит на первый план при медико-биологическом обеспечении спорта высших достижений, а также детско-юношеского спорта. В связи с возрастными, половыми особенностями становления системы энергообеспечения у детей, существенным психологическим давлением на юных атлетов, ранним началом занятий спортом, особенно важным становится вопрос об интенсивности физических нагрузок у детей для сохранения их здоровья [1, 2].

Установлено, что при воздействии интенсивной физической нагрузки процессы клеточного метаболизма претерпевают изменения. Вследствие дефицита кислорода в клетках в результате функционирования цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот. Текущие процессы ведут

© Коллектив авторов, 2019

Адрес для корреспонденции: Рылова Наталья Викторовна – д.м.н., проф. кафедры госпитальной педиатрии с курсом поликлинической педиатрии Казанского государственного медицинского университета, ORCID: 0000-0002-9248-6292 e-mail: rilovanv@mail.ru

Биктимирова Алина Азатовна – к.м.н., асс. кафедры профилактической медицины и экологии человека Казанского государственного медицинского университета, ORCID: 0000-0002-9635-1301 420012 Казань, ул. Бутлерова, д. 49

Жолинский Андрей Владимирович – к.м.н., директор Федерального научно-клинического центра спортивной медицины и реабилитации, ORCID: 0000-0002-0267-9761

121059 Москва, ул. Большая Дорогомиловская, д. 5

к расстройству деятельности, а зачастую и гибели клетки. Выраженность нарушений 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 активности. Благодаря развитию профилактического и метаболического направления в медицине появилась возможность создания надежного диагностического инструментария, позволяющего оценивать нарушения клеточной энергетики [3, 4]. В числе этих методов важную роль играет оценка показателей обмена карнитина.

Цель исследования: оценка физической работоспособности детей, занимающихся разными видами спорта, путем анализа показателей обмена карнитина.

Характеристика детей и методы исследования

Критериями включения в исследование были возраст от 12 лет до 17 лет 11 мес, I–II группа здоровья. Всего под наблюдением находился 131 ребенок, в том числе 94 ребенка, интенсивно занимающихся спортом (интенсивная физическая нагрузка не менее 12 ч в неделю, 3 раза и более в неделю в течение последних 6 мес или более). Основная группа была разделена на 2 подгруппы в зависимости от типа физической нагрузки. В 1-ю подгруппу включили 48 представителей игрового вида спорта (хоккей на траве), а во 2-ю вошли 46 детей – представителей циклического вида спорта (плавание). Остальные 37 детей, не занимающихся интенсивной физической нагрузкой (занятия физической культурой 2 раза в неделю в рамках школьного расписания), составили группу контроля. В результате статистической обработки подтвердилась нормальность распределения сравниваемых совокупностей как по возрасту, так и по полу. Данные о возрасте исследуемых детей приведены в табл. 1.

Определение уровня свободного и связанного карнитина методом тандемной хромато-масс-спек-

трометрии проводили на базе лаборатории молекулярной и биохимической диагностики Научно-исследовательского клинического института педиатрии РНИМУ им. Н.И. Пирогова (Москва). Биоимпедансметрию, кардиореспираторное нагрузочное тестирование с определением максимального потребления кислорода прямым методом осуществляли на базе кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма (Казань).

Статистический анализ выполняли с использованием программы IBM SPSS Statistics. Полученные данные приводятся в таблицах в виде $M \pm m$, где M – средняя величина, m – средняя ошибка средней величины.

Результаты и обсуждение

В рамках общеклинического исследования нами была изучена структура жалоб и перенесенных заболеваний в основной группе. Все дети, занимающиеся спортом, на момент обследования активных жалоб не предъявляли. Субъективные симптомы утомления и перенапряжения не отмечал ни один из исследуемых. Некоторые спортсмены, однако, жаловались на болезненность в суставах. Среди мальчиков, занимающихся хоккеем на траве, 16 (55,2%) отметили, что испытывают болезненность в коленных суставах после тренировок и игр. Аналогичный ответ дали 8 (42,1%) девочек этой подгруппы. Среди представителей плавания болезненности в суставах отмечено не было.

При анализе диспансерных карт и результатов эхокардиоскопии у 5 (17,2%) мальчиков и 3 (15,8%) девочек, играющих в хоккей, был выявлен пролапс митрального клапана с незначительной регургитацией, что не служит противопоказанием к занятиям спортом. Среди представителей плавания у 5 (33,3%) девочек были выявлены эктопические хорды левого желудочка. По результатам исследования все дети были отнесены к I–II группе здоровья, допущены к тренировочным занятиям и соревновательному процессу.

Результаты исследования состояния карнитинового обмена. Основными характеристиками карнитинового обмена служат уровень общего карнитина, содержание свободного (C0) и связанного карнитина (AK), а также индекс их соотношения AK/C0.

Таблица 1. Распределение детей основной и контрольной групп по полу

Table 1. Distribution of children of the main and control groups by gender

Группа/вид нагрузки	Мальчики		Девочки	
	абс. число	возраст, годы ($M \pm m$)	абс. число	возраст, годы ($M \pm m$)
Игровые виды спорта (1-я подгруппа)	29	16,1 \pm 0,3	19	16,2 \pm 0,3
Циклические виды спорта (2-я подгруппа)	31	15,8 \pm 0,3	15	16,1 \pm 0,4
Контрольная группа	17	16,0	20	15,0
Итого:	77	16,0 \pm 0,1	54	16,0 \pm 0,2

Для групп исследуемых детей было проведено сравнение уровня общего карнитина, а также изучено процентное соотношение содержания свободного и связанного карнитина. По результатам статистического анализа данных, среднее содержание общего карнитина в подгруппе детей, занимающихся игровыми видами спорта, составило $45,9 \pm 1,6$ мкмоль/л, в подгруппе представителей циклических видов – $52,6 \pm 1,1$ мкмоль/л, в контрольной группе – $46,3 \pm 1,0$ мкмоль/л. Содержание общего карнитина имело статистически значимые различия при сравнении всех трех групп/подгрупп между собой ($F=8,3$; $p<0,001$). Парные сравнения показателей при помощи критерия Тьюки выявили существенно более высокий уровень общего карнитина в подгруппе детей, занимающихся циклическими видами спорта, при сравнении как с подгруппой детей, занимающихся игровыми видами спорта ($p<0,01$), так и контрольной группой ($p<0,01$). Сопоставление долей свободного и связанного карнитина в исследуемых группах/подгруппах представлено на рисунке. В соответствии с полученными данными нами было 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 группе контроля ($F=5,2$; $p<0,01$).

В дальнейшем показатели обмена карнитина были проанализированы нами в исследуемых группах с учетом половых различий независимо от вида физической нагрузки (табл. 2). Проведенный анализ

выявил 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 карнитина 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 табл. 3. Вначале было проведено сравнение этих показателей 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 ($p<0,05$). 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

Таблица 2. Сравнение показателей карнитинового обмена у детей всех исследуемых групп в зависимости от пола
Table 2. Comparison of indicators of carnitine metabolism in the studied groups depending on gender

Показатель карнитинового обмена	Пол обследуемых		t	p
	мужской	женский		
Общий карнитин, мкмоль/л	$51,66 \pm 1,17$	$44,6 \pm 0,90$	4,8	$<0,001$
Свободный карнитин (С0), мкмоль/л	$34,5 \pm 0,8$	$30,7 \pm 0,8$	3,2	$<0,01$
Связанный карнитин (АК), мкмоль/л	$17,2 \pm 0,6$	$13,9 \pm 0,4$	4,5	$<0,001$
Индекс АК/С0	$0,51 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,01$	1,9	$>0,05$

Таблица 3. Содержание свободного и связанного карнитина, значение индекса АК/С0
Table 3. The content of free and bound carnitine, the value of the index АК / С0

Группы/подгруппы	Пол	Свободный карнитин (С0), мкмоль/л	Связанный карнитин (АК), мкмоль/л	АК/С0
1-я подгруппа (игровые виды спорта), n=48	Мальчики, n=29	$31,8 \pm 1,4$	$18,4 \pm 0,9$	$0,59 \pm 0,02$
	Девочки, n=19	$27,0 \pm 1,0$	$12,27 \pm 0,5$	$0,46 \pm 0,02$
2-я подгруппа (циклические виды спорта), n=46	Мальчики, n=31	$36,3 \pm 1,1$	$17,4 \pm 0,8$	$0,49 \pm 0,03$
	Девочки, n=15	$36,3 \pm 1,3$	$14,0 \pm 0,9$	$0,4 \pm 0,04$
Группа контроля, n=37	Мальчики, n=17	$40,6 \pm 2,5$	$11,1 \pm 0,9$	$0,27 \pm 0,01$
	Девочки, n=20	$29,9 \pm 0,8$	$15,5 \pm 0,4$	$0,52 \pm 0,01$

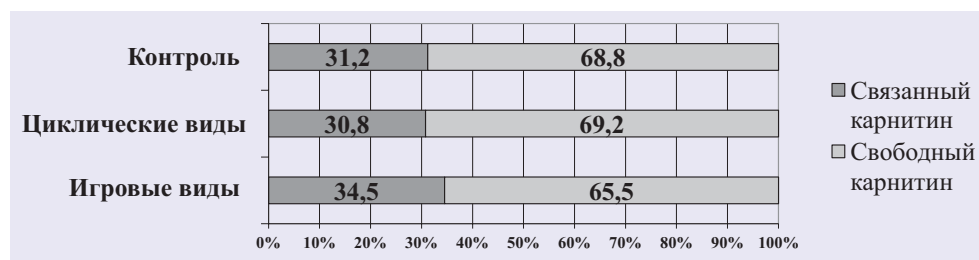


Рисунок. Процентное соотношение свободного и связанного карнитина в изучаемых группах.
Figure. The percentage of free and bound carnitine in the studied group.

карнитин оказалось статистически значимо ниже в контрольной группе по сравнению с таковым у мальчиков-пловцов и хоккеистов ($p < 0,001$). Нами установлены существенные различия между показателями АК/С0, измеренными в сравниваемых группах ($F=4,9$; $p < 0,01$). Парные сравнения индекса позволили обнаружить статистически значимые различия значений АК/С0 при сравнении хоккеистов как с пловцами ($p < 0,05$), так и с группой контроля ($p < 0,05$).

Таким образом, у девочек, занимающихся циклическим видом спорта (плаванием), высокое содержание свободного карнитина свидетельствует о более эффективной клеточной энергетике по сравнению с таковой у представительниц других групп. Установлены статистически значимые различия между мальчиками и девочками по содержанию свободного ($p < 0,01$) и связанного ($p < 0,001$) карнитина. Более высокий уровень карнитина 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 было ($F=1,7$; $p > 0,05$). Статистически значимые различия по содержанию свободного и связанного карнитина у детей разного возраста отсутствовали.

Установленные различия по содержанию свободного карнитина и соотношения АК/С0 указывают на состояние более эффективной клеточной энергетике именно у мальчиков – представителей аэробных нагрузок, так как высокое содержание свободного карнитина обеспечивает перенос большого количества жирных кислот через митохондриальную мембрану.

Изучение показателей аэробной работоспособности у спортсменов. С целью оценки состояния аэробной работоспособности у спортсменов нами была проведена оценка максимального потребления кислорода в зависимости от пола и вида физической нагрузки. Полученные данные представлены в табл. 4.

Согласно полученным результатам различия как абсолютного, так и относительного показателя максимального потребления кислорода между сравниваемыми группами были статистически значимыми ($p < 0,001$). При сравнении абсолютного показателя между группами было выявлено, что у представителей циклических видов спорта уровень максимального потребления кислорода выше, чем у детей, занимающихся спортивными играми, и группы контроля ($p < 0,001$). При изучении относительного показателя, рассчитанного в зависимости от массы тела, были также установлены аналогичные различия ($p < 0,001$).

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 максимального потребления кислорода у мальчиков достигают максимума при наступлении возраста 15 лет [5–7]. Таким образом, наивысший уровень как абсолютного, так и относительного максимального потребления кислорода отмечается у мальчиков, занимающихся циклическими видами спорта, что свидетельствует о необходимости более эффективной клеточной энергетике при аэробных нагрузках, а также под-

Таблица 4. Сравнение абсолютного (л/мин) и относительного (мл/кг/мин) максимального потребления кислорода (МПК) в зависимости от вида физической нагрузки и пола

Table 4. Comparison of absolute BMD (l/min) and relative BMD (ml/kg/min) depending on the type of physical activity and gender

Вид спорта	Абсолютное МПК		Относительное МПК	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Игровые виды спорта (1-я подгруппа)	н/д	2,17±0,07	н/д	38,4±1,0
Циклические виды спорта (2-я подгруппа)	4,06±0,14	2,57±0,03	60,4±1,3	44,9±1,9
Контрольная группа	2,68±0,08	н/д	40,0±2,8	н/д

Примечание. н/д – не диагностировано.

тверждает различия становления системы энергообеспечения у мальчиков и девочек.

В ходе сопоставления уровней абсолютного и относительного максимального потребления кислорода и состояния карнитинового обмена у юных спортсменов были выявлены достоверные корреляции между изучаемыми показателями. Так, зависимость абсолютного значения максимального потребления кислорода от содержания свободного карнитина в крови описывается уравнением регрессии, полученным в ходе статистической обработки имеющихся данных (1):

$$Y_{\text{МПК(а)}} = 1,01 + 0,05 \cdot X_{\text{C}_0}, \quad (1)$$

где $Y_{\text{МПК(а)}}$ – абсолютное МПК (л/мин), X_{C_0} – 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 значения максимального потребления кислорода составляет 20,9%. Уровень статистической значимости выявленной корреляции соответствует $p < 0,01$.

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

$$Y_{\text{МПК(о)}} = 27,44 + 0,52 \cdot X_{\text{C}_0}, \quad (2)$$

где $Y_{\text{МПК(о)}}$ – относительное МПК (мл/мин/кг), X_{C_0} – содержание свободного карнитина (мкмоль/л).

Коэффициент корреляции, характеризующий данную связь, составил 0,36, что по шкале Чеддока соответствует умеренной тесноте связи. Вклад уровня свободного карнитина в дисперсию показателя относительного максимального потребления кислорода составляет 12,6%. Уровень статистической значимости выявленной корреляции соответствует $p < 0,05$.

Результаты изучения содержания жировой массы тела юных спортсменов. В исследуемых группах 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 по содержанию 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, чем у представителей циклических и игровых видов спорта. Среди девочек процентное содержание жировой массы тела оказалось достоверно ниже у лиц, занимающихся циклическими видами спорта ($t=4,12$; $p < 0,001$). Полученные результаты представлены в табл. 5.

С целью комплексной оценки влияния изученных факторов на величину относительного значения максимального потребления кислорода нами был использован метод множественной линейной регрессии. В результате отбора наиболее значимых переменных была получена следующая регрессионная модель (3):

$$Y_{\text{МПК(о)}} = 43,389 - 1,003 \cdot X_{\text{ЖМТ}} + 0,592 \cdot X_{\text{C}_0}, \quad (3)$$

где $Y_{\text{МПК(о)}}$ – относительное МПК (мл/мин/кг), $X_{\text{ЖМТ}}$ – процентное содержание жира в организме (%), X_{C_0} – содержание свободного карнитина (мкмоль/л).

Значения коэффициентов регрессии свидетельствуют о наличии прямой взаимосвязи относительного показателя максимального потребления кислорода с содержанием свободного карнитина в крови (0,592) и обратной взаимосвязи с жировой массой тела (-1,003). Коэффициент корреляции, характеризующий связь относительного значения максимального потребления кислорода с жировой массой тела и содержанием свободного карнитина в крови, составил 0,61, что по шкале Чеддока соответствует заметной тесноте связи. Полученная модель (5) определяет дисперсию показателя относительного максимального потребления кислорода, которая составляет 36,8%. Уровень статистической значимости выявленной корреляции – $p < 0,01$.

В ходе исследования также отмечены положительные достоверные корреляции между уровнем абсолютного максимального потребления кислорода и содержанием общего ($r=0,55$; $p < 0,001$) и свободного

Таблица 5. Средние значения массы тела и содержания жировой массы у юных спортсменов

Table 5. Average values of body weight and fat mass in young athletes

Вид спорта	Масса тела		% жировой массы тела	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Игровые виды спорта (1-я подгруппа)	67,7±2,51	56,66±1,37	7,83±0,72	17,53±0,64
Циклические виды спорта (2-я подгруппа)	65,93±1,39	57,66±1,71	9,6±0,87	22,24±1,0
Контрольная группа	69,43±5,75	н/д	23,6±2,41	н/д

Примечание. н/д – не диагностировано.

($r=0,60$; $p<0,001$) карнитина в крови. Полученные данные могут свидетельствовать о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким уровнем свободного карнитина, так как достаточное его количество обеспечивает адекватное течение процессов клеточного энергообмена. При медицинском обеспечении детско-юношеского спорта особенно важно изучение вопроса о физиологии ребенка, так как основной задачей педиатра, а также спортивного врача становится сохранение здоровья детей, занимающихся интенсивными физическими нагрузками.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Имамов А.А., Жолинский А.В. Актуальные вопросы медико-биологического сопровождения детско-юношеского спорта. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2018; 63(5): 231–236. [Rylova N.V., Biktimirova A.A., Imamov A.A., Zholinsky A.V. Topical Questions of Medical and Biological Support of Children's and Youth Sports. Ros Vestn Perinatol i Peditr (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2018; 63(5): 231–236 (in Russ.)] DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-5-231-236.
2. Kreider R., Wilborn C., Taylor L., Campbell B., Almada A., Collins R. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. J Intern Soc Sports Nutr 2010; 7: 7–11. DOI: 10.1186/1550-2783-7-7
3. Николаева Е.А., Золкина И.В., Харабадзе М.Н. Коррекция недостаточности карнитина у детей с митохондриальными заболеваниями. Практика педиатра 2011; 5: 44–48. [Nikolaeva E.A., Zolkina I.V., Kharabadze N.M. Correction of carnitine deficiency in children with mitochondrial diseases. Praktika peditra 2011; 5: 44–48 (in Russ.)]
4. Sharma S., Black S. Carnitine homeostasis, mitochondrial function, and cardiovascular disease. Drug Discov To-

Заключение

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

day Dis Mech 2009; 6: 1–4: e31–e39. DOI: 10.1016/j.dd-mec.2009.02.001

5. Ozer G., Guzel N. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. J Strength Cond Res 2014; 28(2): 514–519. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182a76790
6. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Золкина И.В., Сухорук В.С. Особенности карнитинового обмена у юных спортсменов. Российский вестник перинатологии и педиатрии 2015; 60(2): 105–108. [Biktimirova A.A., Rylova N.V., Zolkina I.V., Kulagina T.E., Sukhorukov V.S. Carnitine metabolic features in young athletes. Ros Vestn Perinatol i Peditr (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics) 2015; 60(2): 105–107 (in Russ.)]
7. Биктимирова А.А., Рылова Н.В., Самойлов А.С. Применение кардиореспираторного нагрузочного тестирования в медицине. Практическая медицина 2014; 3(79): 50–53. [Biktimirova A.A., Rylova N.V., Samoilov A.S. Application of cardiorespiratory exercise testing in sports medicine. Practical Medicine 2014; 3(79):50–53 (in Russ.)]

Поступила: 04.07.19

Received on: 2019.07.04

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.