

Чиркин А.А., Алтани М.С., Степанова Н.А., Чиркина А.А.
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова, Витебск, Беларусь

Chirkin A., Altani M., Stepanova N., Chirkina A.
Vitebsk State University named after P.M. Masharov, Vitebsk, Belarus

Изменения биохимических маркеров здоровья при занятиях олимпийскими видами спорта в период полового созревания

Changes of Biochemical Health Markers in Olympic Sports
Exercise during Puberty

Резюме

Цель. Сравнительный анализ показателей оценки состояния обменных процессов у спортсменов основных групп олимпийских видов спорта в пубертатном периоде жизни с использованием применяемых в медицинских организациях лабораторных тестов.

Материалы и методы. Проанализирована обезличенная база данных, включающая 31 биохимический маркер здоровья 371 подростка женского пола (323 спортсменки и 48 подростков контрольной группы) и 847 подростков мужского пола (705 спортсменов и 142 представителя контрольной группы). Представлены данные о биохимических маркерах здоровья подростков, занимающихся спортом в рамках шести олимпийских видов спорта, каковыми являются: 1) циклические, 2) скоростно-силовые, 3) сложнокоординационные, 4) единоборства, 5) спортивные игры. Шестой вид олимпийских видов спорта – многоборье – был представлен только контингентом у подростков мужского пола.

Результаты и обсуждение. Из 31 изученного показателя только четыре (общий билирубин, прямой билирубин, общий белок и калий) не изменяются у подростков обоего пола, занимающихся спортом. У спортсменов этот список дополняют показатели содержания глюкозы, ХС ЛПНП и отношение Глю/ХС ЛПНП; в то же время у спортсменов важно сохранение уровней мочевины, глобулинов, ХС ЛПВП, кальция, железа, активности ГГТ и величин коэффициентов А/Г, КФК/АсАТ, Глю/ХС ЛПВП. Выявлены существенные гендерные различия в спектрах изучаемых показателей у спортсменов и спортсменок, занимающихся однотипными видами спорта. Описаны относительно специфичные изменения биохимических маркеров здоровья для семи различных траекторий изменения биохимических маркеров в периоде пубертата при занятиях различными видами спорта.

Заключение. Учитывая наличие высокой вариабельности изменений биохимических маркеров здоровья у лиц, занимающихся спортом в пубертатном периоде жизни, предложен вариант оценки каждого показателя в координатах возраста, пола, уровня спортивной квалификации представителей и группы олимпийских видов спорта.

Ключевые слова: пубертатный период, биомаркеры, олимпийские виды спорта, обмен веществ, гендерные отличия.



Abstract

Purpose. A comparative analysis of the indicators of assessment of the state of metabolic processes in athletes of the main groups of Olympic sports in the puberty period of life using laboratory tests used in medical organizations.

Materials and methods. The anonymous database was analyzed, including 31 biochemical health markers of 371 female adolescents (323 athletes and 48 control group adolescents) and 847 male adolescents (705 athletes and 142 representatives of the control group). The data on biochemical health markers of adolescents involved in sports in the framework of six Olympic sports are presented: 1) cyclic, 2) speed-strength, 3) difficult coordination, 4) martial arts, 5) sports games. The sixth kind of Olympic sports – all-around – was represented only among male adolescents.

Results and discussion. Of the 31 studied indicators, only four (total bilirubin, direct bilirubin, total protein, and potassium) do not change in adolescents of both sexes involved in sports. For athletes, this list is supplemented by glucose, LDL, and the Glu/LDL ratio; at the same time, it is important for athletes to maintain the levels of urea, globulins, HDL cholesterol, calcium, iron, GGT activity, and the values of A/G, CPK/AsAT, Glu/HDL cholesterol coefficients. Significant gender differences in the spectra of the studied indicators were revealed among athletes and sportswomen involved in the same types of sports. Relatively specific changes of biochemical health markers are described for seven different trajectories of changes of biochemical markers during puberty in various sports.

Conclusion. Taking into account the high variability of changes of biochemical health markers in people involved in sports during the puberty period of life, an option is proposed for evaluating each indicator in terms of age, gender, level of sports qualification, and a group of Olympic sports.

Keywords: puberty, biomarkers, Olympic sports, metabolism, gender differences.

■ ВВЕДЕНИЕ

В многоцентровом европейском исследовании Helena-CSS (The Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study) получены положительные результаты при внедрении принципов здорового образа жизни, включая занятия физической культурой, у подростков в период полового созревания. В результате проведенных исследований был сделан вывод, что физическая активность является наиболее значимым способом защиты подростков от развития заболеваний эндокринной и сердечно-сосудистой систем организма [1, 2]. В то же время систематических исследований влияния занятий систематическими физическими упражнениями на биохимические маркеры здоровья у подростков недостаточно, хотя существует тенденция к снижению возраста подростков, привлекаемых к спорту высоких достижений. В рамках 9-летней работы по поддержке развития спорта в Витебской области Республики Беларусь были выделены группы биохимических маркеров здоровья у спортсменов пубертатного возраста, которые должны поддерживаться на постоянном уровне. Изменения таких маркеров могут свидетельствовать о повреждающих эффектах физических нагрузок на организм подростка [3, 4]. Выявлены также основные типы изменений биохимических маркеров здоровья у спортсменов пубертатного

возраста в зависимости от достигнутого уровня спортивной квалификации [5]. Половое созревание (пубертатный период, пубертат) – процесс изменений в организме подростка, вследствие которых он становится взрослым и способным к продолжению рода. В этот период прирост массы тела у подростков мужского пола составляет в среднем 35 кг с годовыми колебаниями прироста от 6 кг до 12,5 кг, а у подростков женского пола – 25 кг с годовыми колебаниями прироста от 5,5 кг до 10,5 кг. В периоде пубертата прирост длины тела у мальчиков составляет в среднем 36 см с годовыми колебаниями от 7 см до 12 см и замедляется к 14 годам, а у девочек на 2 года раньше (увеличение роста на 24,5 см с годовыми колебаниями от 6 см до 10,5 см). Однако плато роста мышечной массы и силы наступает у мальчиков примерно на 2 года раньше по сравнению с девочками. Физические упражнения ускоряют формирование костно-мышечной системы и могут способствовать увеличению безжировой массы тела. Считают, что к 12 годам большинство детей физически и когнитивно способны решать сложные задачи, возникающие при занятиях различными видами спорта и при участии в соревнованиях [6, 7]. Важными маркерами полового созревания считают тестостерон у юношей и эстрадиол у девушек [8]. Сочетание сложных биохимических процессов полового созревания с интенсивными и разнообразными спортивными нагрузками на организм обосновывает необходимость детального анализа действия различных олимпийских видов спорта на организм подростка в пубертатном возрасте [9].

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сравнительный анализ показателей оценки состояния обменных процессов у спортсменов основных групп олимпийских видов спорта в пубертатном периоде жизни с использованием традиционно применяемых в медицинских организациях лабораторных тестов.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В соответствии с одобрением этической комиссии Витебского государственного университета (ЭК-20.1) была создана и проанализирована неперсонализированная (обезличенная) база данных, включающая возраст, пол, индекс массы тела, спортивную квалификацию и 31 биохимический маркер сыворотки крови. Материал собирался на протяжении 2011–2019 гг. при обследовании 3 групп подростков женского и мужского пола (12–15 лет, 16–18 лет и 19–20 лет) согласно программе мероприятий, принятых в Витебском областном диспансере спортивной медицины (Республика Беларусь). Все обследуемые лица входили в организованные группы, обследовались в присутствии тренера и врача и сдавали кровь добровольно. Исследование производилось в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» (1964 г., с изменениями в период 1975–2008 гг.) с учетом международных норм и стандартов,



а также Закона Республики Беларусь «О здравоохранении» от 18.06.1993 г. № 2435-XII, статья 46.

В обезличенную базу были введены данные 371 подростка женского пола, в том числе 323 спортсменок и 48 подростков, составивших контрольную группу, и 847 подростков мужского пола (705 спортсменов и 142 представителя контрольной группы). В статье представлены данные о биохимических маркерах здоровья подростков, занимающихся спортом в рамках шести олимпийских видов спорта: 1) циклические, 2) скоростно-силовые, 3) сложнокоординационные, 4) единоборства, 5) спортивные игры. Шестой вид олимпийских видов спорта – многоборья – был представлен только у подростков мужского пола.

Биохимические исследования сыворотки крови подростков производились на базе сертифицированной лаборатории Витебского областного диагностического центра по методам, описанным ранее [3, 5]. Содержание глюкозы (Глю, Glu), мочевины, общего холестерина (ОХС, TCh), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП, HDL Ch), триглицеридов (ТГ), липопротеинов низкой плотности (ЛПНП, LDL), кальция, калия, выражали в ммоль/л; содержание мочевой кислоты (МК, UA), креатинина, общего билирубина (БО), прямого билирубина (БП, Direct Bilir), железа, общей железосвязывающей способности сыворотки (ОЖСС, OZHSS) выражали в мкмоль/л; содержание общего белка (ОБ, TP), альбумина (А) и глобулинов (Г, G) выражали в г/л; активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ, APH), креатинфосфокиназы (КФК, СРК), альфа-амилазы, гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) выражали в Е/л; индекс атерогенности – ИА (Atherogenic index, AI: $\text{ОХС-ХС ЛПВП} / \text{ХС ЛПВП}$) и коэффициенты альбумин/глобулины (А/Г), АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, глюкоза/ОХС (Глю/ОХС), глюкоза / ХС ЛПВП (Глю/ХС ЛПВП), КФК/ЩФ, глюкоза / ХС ЛПНП (Глю/ХС ЛПНП, Glu/LDL) выражали в условных единицах, поскольку в числителе и знаменателе отношений были одинаковые размерности (г/л, Е/л, ммоль/л).

Статистическую обработку цифрового материала производили методами непараметрической статистики (Statistica 10.0, StatSoft inc.). Множественное сравнение групп выполнялось с помощью критерия Краскела – Уоллиса. Если этот критерий показывал, что имеются различия между группами, то затем выполнялось попарное сравнение групп с помощью U-критерия Манна – Уитни. Различия принимались статистически значимыми при $p < 0,05$, при попарном сравнении учитывалась поправка Бонферрони ($p < 0,01$). Результаты представлены в табл. 1–3 в виде медианы и процентилей (Me (25%-75%)).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Данные о биохимических маркерах здоровья у подростков мужского пола в возрасте 12–18 лет при занятиях шестью группами олимпийских видов спорта представлены в табл. 1. При анализе этих данных выявлены 7 неизменяемых биохимических показателей: содержание глюкозы,

Таблица 1
Изменения биохимических маркеров здоровья в зависимости от олимпийского вида спорта у подростков мужского пола в возрасте 12–18 лет

Table 1
Changes of biochemical health markers depending on the Olympic sport in male adolescents aged 12–18 years

Показатели / Indicators	Группы олимпийских видов спорта / Olympic Sports Groups						Многоборья / All-around (n=6)
	Контроль / Control (n=123)	Циклические / Cyclic (n=209)	Скоростно-силовые / Speed power (n=10)	Сложнокоордина- ционные / Complex coordination (n=9)	Единоборства / Martial arts (n=135)	Спортивные игры / Sport games (n=180)	
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	20,9 19,3–22,3	21,3 19,9–22,6	26,0* 24,5–26,6	20,3 18,4–21,4	22,7* 19,9–24,3	22,25* 20,7–24,2	22,0 21,6–22,3
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	4,27 3,64–5,04	4,70* 4,10–5,62	4,11 3,73–5,08	4,42 3,70–5,84	5,16* 4,32–6,02	4,90* 4,15–5,77	3,95 3,62–4,82
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, μmol/l	85,0 80,0–94,5	90,0* 80,0–100,0	100,0* 82,5–100,0	80,0 80,0–100,0	90,0* 80,0–100,0	90,0* 80,0–100,0	95,0 90,0–100,0
Глобулины, г/л / Globulins, g/l	28,0 25,0–33,0	29,0* 26,0–34,0	30,5 29,25–31,0	30,0 27,0–33,0	29,0 27,0–32,0	30,0* 26,75–33,0	28,5 26,5–32,0
ХС ЛПВП, ммоль/л / HDL Ch, mmol/l	1,20 1,10–1,43	1,32 1,14–1,50	0,98* 0,83–1,08	1,38 1,14–1,46	1,38 1,04–1,55	1,34* 1,17–1,60	1,20 1,16–1,43
ЩФ, Е/л / APh., E/l	274,3 143,4–445,0	232,3* 124,4–381,7	185,8 97,2–346,2	476,0* 235,3–543,0	258,5 151,00–419,7	201,0* 114,0–359,0	111,7* 90,3–237,7
КФК, Е/л / CPK, E/l	349,0 213,7–582,7	260,5* 169,7–461,2	294,0 203,0–386,0	187,0* 169,0–241,0	303,0 204,2–496,0	348,5 212,5–643,5	219,0 143,0–456,2
Кальций, ммоль/л / Calcium, mmol/l	2,44 2,30–2,52	2,39* 2,22–2,50	2,34 2,19–2,41	2,33 2,30–2,37	2,35* 2,25–2,45	2,40 2,27–2,50	2,34 2,30–2,39
ОЖС, мкмоль/л / OZHSS, μmol/l	63,0 54,5–68,0	53,0* 49,0–58,7	58,0 45,0–65,0	54,9 53,3–56,5	50,4* 48,0–56,0	52,0* 47,0–56,5	47,5* 45,7–48,2
ГГТ, Е/л / GGT, E/l	13,0 11,0–16,0	15,0* 13,0–18,0	17,0* 14,5–19,4	9,50 9,00–13,0	15,0* 13,0–18,0	14,0 12,0–17,0	21,5 13,0–30,0
A /Г / A/G	1,60 1,26–1,80	1,41* 1,23–1,69	1,41 1,25–1,43	1,41 1,27–1,50	1,45* 1,26–1,63	1,39* 1,25–1,62	1,62 1,41–1,72



Окончание таблицы 1

Показатели / Indicators	Группы олимпийских видов спорта / Olympic Sports Groups						
	Контроль / Control (n=123)	Циклические / Cyclic (n=209)	Скоростно-силовые / Speed power (n=10)	Сложнокоордина- ционные / Complex coordination (n=9)	Единоборства / Martial arts (n=135)	Спортивные игры / Sport games (n=180)	Многоборья / All-around (n=6)
АсАТ/АпАТ / AsAT/ AIAT	1,33 1,05–1,81	1,50* 1,27–1,82	1,32 0,99–1,44	1,32 1,14–1,41	1,43 1,20–1,84	1,51* 1,20–1,94	1,21 1,05–1,33
КФК/АсАТ / СРК / AsAT	12,51 9,44–18,1	9,66* 6,44–13,3	9,48 8,00–11,3	9,35* 6,76–11,0	9,86* 7,24–13,2	11,39 7,51–17,7	9,78 5,41–14,1
КФК/ЩФ / СРК/АPh	1,39 0,71–3,04	1,30 0,55–2,48	1,86 1,08–3,02	0,72* 0,34–0,93	1,27 0,69–2,37	2,05* 1,21–3,98	1,95 1,61–2,08

Примечание: * p<0.05; в таблице не приведены независимые от вида спорта показатели и изменившиеся только при занятиях одним видом спорта; в скобках указано количество обследованных подростков.

Note: * p<0.05; the table does not show the indicators independent of the sport and that have changed only when doing one sport; the number of examined adolescents is indicated in parentheses.

Таблица 2
Изменения биохимических маркеров здоровья в зависимости от олимпийского вида спорта у подростков женского пола в возрасте 12–18 лет

Table 2
Changes of biochemical health markers depending on the Olympic sport in female adolescents aged 12–18 years

Показатели / Indicators	Группы олимпийских видов спорта / Olympic Sports Groups						
	Контроль / Control (n=42)	Циклические/ Cyclic (n=164)	Скоростно-сило- вые/ Speed power (n=9)	Сложнокоординационные/ Complex coordination (n=25)	Единоборства / Marital arts (n=14)	Спортивные игры / Sport games (n=77)	
ИМТ, кг/м ² / BMI, kg/m ²	18,6 17,4–20,4	20,5* 19,2–22,0	26,8* 22,7–27,4	18,9 18,0–21,1	22,4* 19,9–23,4	19,7 18,0–21,4	
Мочевина, ммоль/л / Urea, mmol/l	4,76 3,47–5,26	4,40 3,70–5,40	4,70 3,50–6,20	3,80* 3,0–4,30	4,15 3,58–4,65	3,75* 3,13–4,30	
Креатинин, мкмоль/л / Creatinine, µmol/l	85,0 80,0–94,0	80,0 80,0–90,0	80,0 80,0–90,0	80,0* 70,0–80,0	80,0 80,0–90,0	70,0* 70,0–80,0	
ОХС, ммоль/л / TCh, mmol/l	4,46 3,90–5,20	4,20* 3,80–4,68	4,40 3,70–4,70	3,80* 3,41–4,40	3,90* 3,43–4,48	4,46 3,86–5,27	
ИА / AI	2,05 1,76–2,51	1,86* 1,47–2,33	2,44 1,32–3,27	1,65 1,37–2,76	1,52* 1,09–2,47	2,03 1,64–2,72	
ТГ, ммоль/л / TG, mmol/l	0,80 0,67–1,24	0,71* 0,57–1,00	0,52* 0,47–1,00	0,62 0,50–1,00	0,81 0,53–1,01	0,84 0,69–1,17	
ХС ЛПНП, ммоль/л / LDL, mmol/l	2,93 2,52–3,19	2,34* 2,00–2,60	2,75 1,52–3,13	2,18* 1,71–2,60	1,92* 1,68–2,47	2,60 2,24–3,12	
АлАТ, Е/л / AlAT, E/l	15,0 11,0–21,0	18,0* 14,0–21,0	33,0* 25,0–43,0	16,0 13,0–19,0	19,0* 17,0–26,5	15,0 12,0–17,7	
АсАТ, Е/л / AsAT, E/l	23,0 20,5–27,0	26,0 22,0–31,0	36,0* 32,0–41,0	24,0 20,0–28,0	29,5* 24,0–37,0	23,0 20,0–25,0	
ОЖСС, мкмоль/л / OZHSS, µmol/l	60,0 51,2–64,7	52,5* 49,0–57,7	46,0* 44,7–48,7	59,0 50,5–60,0	43,0* 39,5–51,5	53,0* 48,5–56,0	
Глю/ХС ЛПНП / Glu /LDL	1,66 1,32–1,84	1,97* 1,74–2,34	1,78 1,67–3,12	2,15* 1,84–2,58	2,66* 1,97–3,27	1,79 1,54–2,12	

Примечание: * p<0,05; в таблице не приведены независимые от вида спорта показатели и изменившиеся только при занятиях одним видом спорта; в скобках указано количество обследованных подростков.

Note: * p<0,05; the table does not show the indicators independent of the sport and that have changed only when doing one sport; the number of examined adolescents is indicated in parentheses.



Таблица 3
Анализ направленности изменений биохимических маркеров в раннем и позднем пубертатных периодах при занятиях олимпийскими видами спорта

Table 3
Analysis of the direction of changes of biochemical markers in the early and late puberty during Olympic sports

Траектория изменений / Trajectory of changes		Группы олимпийских видов спорта / Olympic Sports Groups				
		Циклические / Cyclic	Скоростно-силовые / Speed power	Сложнокоординационные / Complex coordination	Единоборства / Martial arts	Спортивные игры / Sport games
Спортсмены мужского пола / Male Athletes						
↑ – ↑ / ↑ – ↑		МК / UA	ИМТ / BMI	Нет / No	Мочевина / Urea	Нет / No
↑ – Н / ↑ – N		ИМТ, мочевина, Г, ТГ, калий, ГГТ, АсАТ/АлАТ / BMI, urea, G, TG, potassium, GGT, AsAT / AlAT	ТГ, Глю/ХС ЛПВП / TG, Glu/HDL Ch	ОХС / Tch	Калий, ГГТ, АсАТ/АлАТ / Potassium, GGT, AsAT / AlAT	Г, ХС ЛПВП, ТГ, АсАТ, амилаза, калий, АсАТ/АлАТ / G, HDL Ch, TG, AsAT, amylase, potassium, AsAT / AlAT
Н – ↑ / N – ↑		ХС ЛПНП / LDL	ИА, кальций / AI, calcium	Нет / No	Креатинин, МК, Г / Creatinine, UA, G	Мочевина, креатинин, МК, железо / Urea, creatinine, UA, iron
↓ – ↓ / ↓ – ↓		КФК/АсАТ / СРК/АсАТ	ХС ЛПВП / HDL Ch	Нет / No	ЩФ / APH	КФК/АсАТ / СРК/АсАТ
↓ – Н / ↓ – N		Кальций, ОЖСС, А/Г / Calcium, OZHSS, A/G	Нет / No	Кальций, ГГТ / Calcium GGT	ОЖСС, А/Г, А / OZHSS, A/G, A	Глю, А, кальций, ОЖСС, А/Г, Глю/ОХС / Glu, A, calcium, OZHSS, A/G, Glu / Tch
Н – ↓ / N – ↓		ОБ, АлАТ, ЩФ, КФК, КФК/ЩФ / TP, AlAT, APH, iron, СРК/APH	БО, КФК, КФК/АсАТ / TP, СРК, СРК/АсАТ	Нет / No	КФК, КФК/АсАТ, Глю/ЛПНП / СРК, СРК/АсАТ, Glu/LDL	АлАТ, КФК / AlAT, СРК
↑ – ↓ / ↑ – ↓		АсАТ, Глю/ХС ЛПНП / AsAT, Glu/LDL	Нет / No	Нет / No	АлАТ, АсАТ / AlAT, AsAT	ЩФ / APH

Окончание таблицы 3

Группы олимпийских видов спорта / Olympic Sports Groups					
Траектория изменений / Trajectory of changes	Циклические / Cyclic	Скоростно-силовые / Speed power	Сложнокоординационные / Complex coordination	Единоборства / Martial arts	Спортивные игры / Sport games
Спортсмены женского пола / Female Athletes					
↑ – ↑/↑ – ↑	МК, Глю/ЛПНП / UA, Glu/LDL	ИМТ, АлАТ, АсАТ / BMI, AIAT, AsAT	Глю/ЛПНП / Glu/LDL	Нет / No	Нет / No
↑ – Н/↑ – N	ИМТ, АлАТ, АсАТ / BMI, AIAT, AsAT	КФК, ГГТ, КФК/ЩФ / СРК, GGT, CRK/APh	КФК/ЩФ / СРК/APh	ИМТ, АлАТ, КФК, амилаза, КФК/АсАТ / BMI, AIAT, CRK, amylase, CRK/AsAT	ИМТ / BMI
Н – ↑/N – ↑	БО, Глю/ОХС / ТР, Glu/TCh	Глю/ОХС / Glu/TCh	БО, БП / ТР, Direct Bilir.	Глю, АсАТ, ЩФ, Глю/ОХС, Глю/ЛПНП / Glu, AsAT, APh, Glu/TCh, Glu/LDL	АсАТ, АсАТ/АлАТ / AsAT, AsAT/AIAT
↓ – ↓/↓ – ↓	ХС ЛПНП / LDL	Нет / No	ОХС, ЛПНП / ТCh, LDL	Нет / No	Нет / No
↓ – Н/↓ – N	Глю, А, ИА, ТГ, ОЖСС, железо / Glu, A, AI, TG, OZHSS, iron	БО, А, ЩФ / ТР, А, APh	Мочевина, креатинин, ХС ЛПВП, ЩФ / Urea, creatinine, HDL Ch., APh	А, ОЖСС, А/Г / A, OZHSS, A/G	Мочевина, креатинин / Urea, creatinine
Н – ↓/N – ↓	ОХС / ТCh	ОХС / ТCh	ИМТ / BMI	ОХС, ИА, ЛПНП / ТCh, AI, LDL	МК, ОХС, КФК/ЩФ / UA, TCh, CRK/APh
↑ – ↓/↑ – ↓	Нет / No	Нет / No	Нет / No	Нет / No	ЩФ / APh

Примечания: ↑ – повышение, ↓ – снижение, Н – норма; последовательность знаков: ранний пубертат – поздний пубертат. Полу жирным обозначены однотипные изменения показателей у спортсменов разных олимпийских групп видов спорта.

Notes: ↑ – increase, ↓ – decrease, N – normal; sequence of characters: early puberty – late puberty. Bold italics denote the same type of change in performance among athletes of different Olympic sports groups.



общего и прямого билирубина, общего белка, ХС ЛПНП, калия и величина коэффициента Глю / ХС ЛПНП. По количеству изменяемых показателей спортсмены групп олимпийских видов спорта распределились в последовательности: циклические виды – 14 (7 повышение, 7 снижение); спортивные игры – 13 (3 снижение, 10 повышение); единоборства – 9 (5 снижение, 4 повышение); скоростно-силовые – 7 (2 снижение, 5 повышение); сложнокоординационные – 6 (4 снижение, 2 повышение); многоборья – 3 (3 снижение). У спортсменов 4 групп олимпийских видов спорта повышено содержание креатинина, а также снижены величины ОЖСС и коэффициента альбумин/глобулины, что может быть связано с увеличением объема мышц, активацией креатинфосфокиназной реакции, напряжением системы транспорта железа и явлениями дегидратации организма. У спортсменов 3 групп олимпийских видов спорта повышено содержание мочевины и активность ГГТ, а также снижены активность щелочной фосфатазы и величина коэффициента КФК/АсАТ. Изменения содержания мочевины и активности щелочной фосфатазы, вероятно, определяются ускорением возрастной динамики этих биохимических показателей. Некоторое увеличение активности ГГТ может характеризовать повышение лабильности плазматических мембран клеток при занятиях «взрывными» видами спорта (циклическими, скоростно-силовыми и единоборствами). Снижение величины коэффициента КФК/АсАТ позволяет сделать аналогичное предположение о лабильности митохондриальных мембран миоцитов у спортсменов циклических, скоростно-силовых и сложнокоординационных видов спорта.

Данные о биохимических маркерах здоровья у подростков женского пола в возрасте 12–18 лет при занятиях пятью группами олимпийских видов спорта представлены в табл. 2. При анализе этих данных выявлены 13 неизменяемых биохимических показателей: содержание общего и прямого билирубина, мочевой кислоты, общего белка, глобулинов, ХС ЛПВП, кальция, калия, железа, активности ГГТ и величины коэффициентов А/Г, КФК/АсАТ, Глю / ХС ЛПВП. По количеству изменяемых показателей спортсменки групп олимпийских видов спорта распределились в следующей последовательности: единоборства – 11 (7 повышение, 4 снижение); скоростно-силовые – 10 (6 повышение, 4 снижение); циклические – 9 (3 повышение, 6 снижение); сложнокоординационные – 8 (1 повышение, 7 снижение); спортивные игры – 3 (3 снижение). У спортсменок четырех групп видов спорта (циклические, скоростно-силовые, единоборства и спортивные игры) снижены величины ОЖСС, что связано, вероятно, с напряжением системы транспорта железа в женском организме за счет менструаций и спортивных нагрузок. У спортсменок 3 групп олимпийских видов спорта обнаружено снижение содержания общего холестерина, триглицеридов, ХС ЛПНП на фоне повышения активности АлАТ и величины коэффициента Глю / ХС ЛПНП. Эти данные определяют, вероятно, основные особенности обмена веществ у спортсменок пубертатного возраста: напряжение прямого транспорта холестерина (синтез половых гормонов), некоторая недостаточность долгосрочных резервов энергии (триглицеридов) и нагрузка на гепатоциты, возможно, связанная с активацией глюконеогенеза. У спортсменов после завершения полового созревания (возрастные группы 19–20 лет) основные биохимические показатели соответствуют возрастным нормам, включая незначительную гипербилирубинемия у спортсменок и повышение уровня железа в сыворотке крови у спортсменов.

В завершении статьи представлены данные анализа биохимических маркеров в раннем (12–15 лет) и позднем (16–18 лет) пубертатном периодах жизни подростков. Известно, что в процессе нормального полового созревания отмечается повышение уровней креатинина, общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности, триглицеридов, мочевой кислоты, мочевины, билирубина, а также снижение активности щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, аспартатаминотрансферазы и уровня кальция (после прекращения роста) [10, 11]. Нами установлены в раннем и позднем периодах пубертата происходящие по 7 траекториям изменения индекса массы тела и величин биохимических маркеров здоровья у растущих подростков как мужского, так и женского пола. В табл. 3 эти траектории обозначены в первой графе разнонаправленными стрелками и символом Н (норма). Полужирным представлены показатели, которые повторяются два и более раз по горизонтали в столбцах видов спорта. В результате проведенного анализа установлены следующие факты. Во-первых, выявлены существенные половые различия в спектрах изучаемых показателей у спортсменов и спортсменок, занимающихся однотипными видами спорта (сравнение данных по вертикали столбцов). В циклических видах спорта при траектории «повышение – повышение» совпали только изменения мочевой кислоты, а при траектории «повышение – норма» – индекса массы тела; в скоростно-силовых видах при траектории «повышение – повышение» – изменения индекса массы тела; в единоборствах при траектории «снижение – норма» – изменения ОЖСС и отношения альбумин/глобулины; в спортивных играх при траектории «повышение – снижение» – изменения активности щелочной фосфатазы. Во-вторых, выявлены относительно специфичные изменения биохимических маркеров здоровья для различных траекторий развития пубертата при занятиях различными видами спорта (сравнение по горизонтали от колонки «тип изменений»). Так, например, при траектории «норма – снижение» у спортсменов основным изменяемым показателем оказалась активность креатинфосфокиназы, а у спортсменок – содержание общего холестерина.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные в статье материалы являются результатом наложения сложных биохимических процессов, вызванных различными спортивными нагрузками на биохимические процессы полового созревания. Из 31 изученного показателя только четыре – общий билирубин, прямой билирубин, общий белок и калий – не изменяются у подростков обоего пола, занимающихся спортом. У спортсменов этот список дополняют глюкоза, ХС ЛПНП и отношение Глю / ХС ЛПНП; в то же время у спортсменок важно сохранение уровней мочевины, глобулинов, ХС ЛПВП, кальция, железа, активности ГГТ и величин коэффициентов А/Г, КФК/АсАТ, Глю / ХС ЛПВП. Учитывая наличие высокой вариабельности изменений биохимических маркеров здоровья у лиц, занимающихся спортом в пубертатном периоде жизни, требуется методика оценки каждого показателя в координатах возраста, пола, уровня спортивной квалификации и группы олимпийских видов спорта.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



■ ЛИТЕРАТУРА

1. Castro-Pinero J., Laurson K.R., Artero E.G. (2019) Muscle strength-based tests to identify European adolescent at risk of metabolic syndrome: The HELENA study. *JSAMS (Journal of Science and Medicine in Sport)*, vol. 22, no 8, pp. 929–934.
2. Cristi-Montero C., Chillón P., Labayen J. (2019) Cardiometabolic risk through an integrative classification combining physical activity and sedentary behavior in European adolescents: HELENA study. *J. Sport Health. Sci.*, vol. 8, no 1, pp. 55–62.
3. Chirkin A., Altani M., Stepanova N., Chirkina A. (2019) Zavisimost' biokhimicheskikh markerov zdorov'ya ot vozrasta i pola pri zanyatiyah sportom v pubertatnom periode [Dependence of Health Biochemical Markers on Age and Gender during Sports in Puberty]. *Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa*, vol. 8, no 3, pp. 420–429.
4. Chirkin A., Altani M.S., Stepanova N., Chirkina A. (2020) Characterization of biochemical health markers during athletic activity in puberty. *MSBMB (Malay. J. Biochem. Molec. Biol.)*, vol. 23, no 1, pp. 69–76.
5. Chirkin A., Altani M., Stepanova N., Chirkina A. (2020) Zavisimost' biokhimicheskikh markerov zdorov'ya ot urovnya sportivnogo masterstva v pubertatnom periode [Dependence of Biochemical Health Markers on the Level of Sport Skills in Puberty]. *Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa*, vol. 9, no 1–2, pp. 87–97.
6. Brown K.A., Patel D.R., Darmawan D. (2017) Participation in sports in relation to adolescent growth and development. *Transl. Pediatr.*, vol. 6, no 3, pp. 150–159.
7. Julian-Almarcegui C., Gomez-Cabello A., Huybrechts I. (2015) Combined effects of interaction between physical activity and nutrition on bone health in children and adolescents: a systematic review. *Nutr. Rev.*, vol. 73, no 3, pp. 127–139.
8. Bordini B., Rosenfield R.L. (2011) Normal pubertal development: Part I: The endocrine basis of puberty. *Pediatr Rev.*, vol. 32, no 6, pp. 223–229.
9. Bergeron M.F., Mountjoy M., Armstrong N. (2015) International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development. *Br. J. Sports. Med.*, vol. 49, pp. 843–851.
10. Adeli K., Higgins V., Nieuwesteeg M., Raizman J. (2015) Biochemical marker reference values across pediatric, adult, and geriatric ages: establishment of robust pediatric and adult reference intervals on the basis of the Canadian health measures survey. *Clinical Chemistry*, vol. 61, no 8, pp. 1049–1062.
11. Stepanova N., Altani M., Chirkina A., Chirkin A. (2020) *Antropometricheskiye i biokhimicheskiye pokazateli sportsmenov pubertatnogo vozrasta* [Anthropometric and biochemical indicators of athletes in puberty]. Cheboksary: ID «Sreda», 118 p.

Поступила/Received: 03.06.2020

Контакты/Contacts: chir@tut.by