

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. Masherov, Vitebsk, Belarus

## Зависимость биохимических маркеров здоровья от уровня спортивного мастерства в пубертатном периоде

Dependence of Biochemical Health Markers on the Level of Sports Skills in the Puberty

### Резюме

**Цель.** Сравнительный анализ показателей оценки состояния обменных процессов у спортсменов в пубертатном периоде жизни с использованием традиционно применяемых в медицинских организациях лабораторных тестов.

**Материалы и методы.** Под наблюдением находилось 363 подростка женского пола, в том числе 320 спортсменок и 43 подростка, составивших контрольную группу, и 701 подросток мужского пола: 576 спортсменов и 125 представителей контрольной группы. Для характеристики обмена веществ в организме испытуемых использовалось определение показателей 24 рутинных лабораторных тестов и 7 коэффициентов.

**Результаты и обсуждение.** На основании полученных результатов установлено, что в возрастной группе 12–15 лет у спортсменов возможны пять вариантов изменений: 1) повышение показателей ИМТ, активности АсАТ, коэффициента глюкоза/ХС-ЛПНП у подростков-спортсменов обоего пола; 2) снижение показателей ОЖСС у подростков-спортсменов обоего пола; 3) повышение показателей содержания мочевины, триглицеридов и активности альфа-амилазы у спортсменов; 4) снижение показателей содержания кальция, коэффициента А/Г у спортсменов; 5) снижение показателей активности щелочной фосфатазы у спортсменок.

В возрастной группе спортсменов 16–18 лет также возможны пять вариантов изменений: 1) противоположные по направленности изменения показателей у спортсменов и спортсменок в содержании ХС-ЛПНП, активности АсАТ и коэффициента глюкоза/ХС-ЛПНП; 2) повышение показателей содержания мочевины, креатинина, значения индекса атерогенности у спортсменов; 3) снижение показателей активности АлАТ, щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы, коэффициента КФК/АсАТ у спортсменов; 4) повышение показателей содержания общего билирубина, коэффициента Глю/ОХС у спортсменок; 5) снижение показателей содержания ОХС у спортсменок.

Приведенные в статье значения биохимических показателей не выходят за пределы региональных референтных границ нормы, и поэтому они не могут считаться патологическими. Однако отмеченные при этом сдвиги в соотношении изучаемых биохимических показателей являются поводом для коррекции физических нагрузок и образа жизни для лиц, привлекаемых к занятиям физической культурой и спортом в возрастном периоде пубертата.

**Заключение.** Предложенные нами биохимические маркеры здоровья могут быть использованы для выявления нарушений обмена веществ в организме спортсменов на этапах пубертатного периода жизни.

**Ключевые слова:** пубертатный период, биомаркеры, спорт, обмен веществ, гендерные отличия.

---

### Abstract

---

**Purpose.** A comparative analysis of indicators for assessment of the state of metabolic processes in athletes in the puberty period of life using laboratory tests traditionally used in medical institutions.

**Materials and methods.** There were 363 female adolescents under observation, including 320 sportswomen and 43 teenagers, who made up the control group, and 701 male adolescents: 576 athletes and 125 representatives of the control group. To characterize the metabolism in the body of the subjects, determination of 24 "routine" laboratory tests and 7 coefficients was used.

**Results and discussion.** On the base of results, it was found that in the age group of 12–15 years, athletes have five possible changes: 1) increase of rates in adolescents – athletes of both sexes (BMI, AsAT activity, Glu/LDL coefficient); 2) decrease of indicators in adolescents – athletes of both sexes (TIBC); 3) increased performance in athletes (urea and triglycerides, alpha-amylase activity); 4) decrease in athletes (calcium content, coefficient A/G); 5) decrease in sportswomen (alkaline phosphatase activity). In the age group of 16–18 years old, five variations are also possible for athletes: 1) opposite changes in the indicators among athletes and sportswomen (LDL content, AsAT activity, and Glu/LDL coefficient); 2) increased performance in athletes (urea, creatinine, atherogenicity index values); 3) decrease of indicators in athletes (activity of AlAT, alkaline phosphatase, creatine phosphokinase, coefficient of CPK/AsAT); 4) increase of performance in sportswomen (total bilirubin content, Glu/OXC coefficient); 5) decrease of performance in sportswomen (the content of total cholesterol). The values of biochemical indicators given in the article do not go beyond the regional reference boundaries of the norm and therefore they cannot be considered pathological. However, the ratio of the studied biochemical parameters is the reason for the correction of physical activity and lifestyle of people involved in physical education and sports in the age period of puberty.

**Conclusion.** The identified biochemical health markers can be used to detect metabolic disorders in the body of athletes at the stages of puberty.

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

---

## ■ ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия проявилась тенденция к более раннему началу занятий спортом в детском и пубертатном периодах жизни с целью более эффективной подготовки спортсменов высоких квалификаций. Однако до настоящего времени недостаточно изучены действие физических нагрузок на растущий организм и их медико-биологическая эффективность в пубертатном периоде [1]. С помощью физических нагрузок можно влиять на признаки фенотипа, в том числе на обмен веществ. Особенности формируемого спортом фенотипа человека можно выявлять с помощью биомаркеров состояний здоровья и болезней, включая рутинные биохимические тесты [2]. Их анализ показал, что в процессе полового созревания (пубертатного периода) происходит повышение в сыворотке крови уровней креатинина, общего холестерина, холестерина липопротеинов высокой плотности, триглицеридов, мочевой кислоты, мочевины, билирубина, а также снижение активности щелочной фосфатазы, лактатдегидрогеназы, аспаратаминотрансферазы и уровня кальция (после прекращения роста) [3]. Выявленные нами ранее

изменения величин биомаркеров в сыворотке крови у лиц, занимающихся спортом в пубертатном периоде жизни, не выходили за рамки референтных возрастных границ нормы [1, 4]. Недавно были предложены семь лабораторных панелей исследования биомаркеров в спорте. Особый интерес представляет панель 1 – «Питание и метаболизм», которая предусматривает оценку метаболизма широко распространенными методами лабораторного биохимического анализа сыворотки крови [5].

## ■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

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

## ■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Половое созревание (пубертатный период, пубертат) – процесс изменений в организме подростка, вследствие которых он становится взрослым и способным к продолжению рода. Согласно терминологии Фонда Организации Объединенных Наций в области народонаселения, к подросткам относят лиц в возрасте 10–19 лет (ранний подростковый возраст – 10–14 лет; поздний подростковый возраст – 15–19 лет). В настоящее время выделяют наиболее вероятные периоды пубертата: у девочек от 10–12 до 15–16 лет, у мальчиков от 12–14 до 17–18 лет [6]. Учитывая эти половозрастные характеристики пубертата, были сформированы 3 группы наблюдаемых подростков (12–15 лет; 16–18 лет и 19–20 лет). В каждой из групп выделяли по 2 подгруппы:

- 1) контрольная подгруппа формировалась из лиц, приступивших к занятиям спортом, но не получивших спортивной квалификации;
- 2) подгруппа «спортсмены» включала лиц, получивших спортивную квалификацию в результате систематических спортивных занятий.

Следовательно, критерием включения в контрольную группу явились занятия физическими упражнениями, которые пока не привели к присуждению спортивной квалификации. Такой принцип отбора снижает степень различий в физической активности обследуемых лиц случайной выборки, а также позволяет сформировать более адекватные контрольные группы для сравнения с группами спортсменов [1].

Под наблюдением находилось 363 подростка женского пола: 320 спортсменок и 43 подростка, составивших контрольную группу, и 701 подросток мужского пола: 125 были представителями контрольной группы, 576 – спортсменами. У всех обследуемых лиц оценивали индекс массы тела (ИМТ). В сыворотке крови определяли 24 рутинных биохимических маркера и 7 коэффициентов для характеристики обмена веществ испытуемых по методам, описанным ранее [1]. Содержание глюкозы, мочевины, общего холестерина (ОХС), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС-ЛПВП), триглицеридов, холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС-ЛПНП), кальция, калия, выражали в ммоль/л; содержание общего билирубина, прямого билирубина, креатинина, мочевой кислоты, общей железосвязывающей способности сыворотки крови (ОЖСС), сывороточного железа выражали в мкмоль/л; содержание общего белка, альбумина и глобулинов выражали в г/л;

активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспаратаминотрансферазы (АсАТ), щелочной фосфатазы (ЩФ), креатинфосфокиназы (КФК), альфа-амилазы, гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) выражали в МЕ/л; индекс атерогенности (ОХС – ХС-ЛПВП / ХС-ЛПВП) и отношения 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) выражали в безразмерных условных единицах.

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 таблицах в виде медианы и процентилей (Ме (25%–75%)).

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены данные о биохимических показателях сыворотки крови подростков 12–15 лет, которые в результате систематических занятий спортом получили нормальную для их возраста юношескую спортивную квалификацию.

Анализ приведенного цифрового материала показал, что систематические занятия спортом у подростков обоего пола не оказывают отрицательного влияния на показатели транспорта холестерина, эндогенной антиоксидантной системы, состояния мембран печени и мышц и текущего энергообеспечения организма. Такое заключение основано на отсутствии статистически достоверных отличий в величинах глюкозы, прямого билирубина, мочевой кислоты, общего белка, глобулинов, ОХС, ХС-ЛПВП, ХС-ЛПНП, индекса атерогенности; активности АлАТ, АсАТ, ГГТ; содержания калия и железа, а также в значениях коэффициентов АсАТ/АлАТ, Глюкоза/ХС-ЛПВП и Глюкоза/ХС-ЛПНП у лиц, занимающихся спортом в возрастном периоде 12–15 лет. Следует отметить, что величины изменения показателей в сторону повышения или снижения не выходили за пределы референтных возрастных норм. Так, у спортсменов обоего пола статистически достоверно и однонаправленно изменялся в сторону снижения только один показатель – ОЖСС, что может свидетельствовать о том, что постоянные физические нагрузки повышают требования к транспорту железа. Были также обнаружены некоторые гендерные различия у спортсменов, получивших юношескую спортивную квалификацию. У юношей занятия спортом привели к повышению двух показателей – уровня триглицеридов и активности альфа-амилазы, а у девушек – повышению индекса массы тела. Следовательно, у юношей повышены требования к перевариванию в двенадцатиперстной кишке и транспорту триглицеридов в кровеносном русле, а у девушек имеются признаки более быстрого соматического созревания. Систематические занятия спортом привели у юношей к снижению семи биохимических показателей – содержание билирубина, кальция, активности КФК, а также величины коэффициентов А/Г, КФК/АсАТ, Глю/ОХС и КФК/ЩФ,

**Таблица 1**  
**Биохимические показатели здоровья у подростков 12–15 лет, получивших юношескую спортивную квалификацию**

| Показатели         | Юноши               |                       | Девушки               |                         |
|--------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|
|                    | Контроль (76)       | Юношеский разряд (44) | Контроль (34)         | Юношеский разряд (103)  |
| ИМТ                | 19,7<br>(18,5–20,9) | 19,4<br>(18,0–19,8)   | 18,2<br>(17,1–20,2)   | 19,1*<br>(18,0–20,8)    |
| Мочевина           | 4,10<br>(3,60–4,79) | 4,00<br>(3,70–4,36)   | 4,68<br>(3,49–5,21)   | 3,82*<br>(3,23–4,44)    |
| Креатинин          | 83,0<br>(83,0–90,0) | 80,0<br>(76,0–90,0)   | 80,0<br>(70,0–100)    | 70,0*<br>(70,0–80,0)    |
| Билирубин          | 13,4<br>(11,3–16,6) | 12,0*<br>(9,30–15,4)  | 14,5<br>(10,8–16,6)   | 12,6<br>(10,6–18,1)     |
| ТГ                 | 0,60<br>(0,46–0,87) | 0,85*<br>(0,78–0,99)  | 0,81<br>(0,69–1,26)   | 0,90<br>(0,74–1,20)     |
| Щелочная фосфатаза | 204<br>(140–484)    | 481<br>(209–638)      | 202<br>(150–396)      | 139*<br>(97,9–304)      |
| КФК                | 263<br>(182–376)    | 173*<br>(120–224)     | 141,00<br>(124–179)   | 138,00<br>(109–177)     |
| Альфа-амилаза      | 58,0<br>(43,0–78,0) | 100*<br>(47,5–113)    | 58,0<br>(46,5–77,5)   | 51,5<br>(37,7–84,7)     |
| Кальций            | 2,50<br>(2,30–2,56) | 2,20*<br>(2,05–2,35)  | 2,33<br>(2,21–2,40)   | 2,35<br>(2,25–2,40)     |
| ОЖСС               | 62,5<br>(54,7–67,0) | 49,5*<br>(46,7–54,0)  | 60,0<br>(51,25–64,75) | 44,50*<br>(40,00–51,25) |
| А/Г                | 1,67<br>(1,40–1,91) | 1,39*<br>(1,21–1,63)  | 1,46<br>(1,28–1,65)   | 1,39<br>(1,24–1,56)     |
| КФК/АсАТ           | 10,0<br>(7,42–14,8) | 6,00*<br>(4,51–7,23)  | 5,81<br>(5,25–7,07)   | 6,13<br>(4,93–8,11)     |
| Глю/ОХС            | 1,16<br>(1,04–1,39) | 1,08*<br>(0,96–1,32)  | 1,12<br>(0,96–1,29)   | 1,06<br>(0,94–1,29)     |
| КФК/ЩФ             | 1,07<br>(0,46–2,21) | 0,39*<br>(0,25–1,01)  | 0,80<br>(0,40–1,18)   | 0,88<br>(0,51–1,29)     |

Примечания:  
 в скобках указано количество обследованных лиц;  
 \*  $P < 0,05$  по сравнению с группой «Контроль».

а у девушек – только трех показателей – содержание мочевины, креатинина и активность щелочной фосфатазы. Эти результаты показывают, что систематические занятия спортом обеспечивают более быструю динамику изменяющихся с возрастом биохимических показателей (уровень кальция, активность щелочной фосфатазы и аспаратаминотрансферазы) по сравнению с таковыми у подростков, только приступивших к подобным занятиям. В то же время важной особенностью обмена веществ юношей-спортсменов в этом возрастном периоде является уменьшение величин коэффициентов КФК/АсАТ и КФК/ЩФ за счет более высоких значений АсАТ и ЩФ, что подтверждает положение о более длительной возрастной динамике активности этих ферментов при прохождении этапа полового созревания у лиц мужского пола.

В табл. 2 представлены биохимические показатели здоровья спортсменов мужского пола пубертатного возраста в зависимости от спортивного мастерства, т. е. при наличии спортивных квалификаций 1–3 взрослых разрядов, кандидата в мастера спорта и мастера спорта.

У подростков-спортсменов 12–15 лет не изменялись по сравнению с контролем содержание глюкозы, мочевой кислоты, общего белка, ОХС, ХС-ЛПНП, активность АлАТ, ЩФ, ГГТ и величина коэффициента Глю/ХС-ЛПВП. Из анализа данных табл. 2 следует, что в возрастном периоде 12–15 лет у всех подростков мужского пола независимо от вида

**Таблица 2**  
**Зависимость биохимических показателей сыворотки крови спортсменов мужского пола от спортивного мастерства**

| <b>Возрастная группа 12–15 лет</b> |                      |                                 |                   |                   |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Показатели</b>                  | <b>Контроль (76)</b> | <b>1–3-й р-д взрослых (134)</b> | <b>КМС (34)</b>   | <b>МС (11)</b>    |
| ИМТ                                | 19,7 (18,5–20,9)     | 20,5* (19,0–21,7)               | 21,8* (19,3–24,0) | 20,7 (19,8–23,6)  |
| Мочевина                           | 4,10 (3,60–4,79)     | 4,60* (3,70–5,20)               | 5,25* (4,30–6,19) | 5,05* (4,28–5,75) |
| Билирубин                          | 13,4 (11,3–16,6)     | 13,4 (10,8–17,8)                | 14,8 (10,8–23,7)  | 11,3* (10,6–13,8) |
| Альбумин                           | 44,0 (41,0–45,0)     | 41,0* (38,0–44,0)               | 43,0 (41,0–45,0)  | 40,0 (40,0–43,0)  |
| Глобулины                          | 26,0 (24,0–31,0)     | 30,0* (28,0–33,0)               | 29,0 (26,2–31,7)  | 32,0* (29,0–36,5) |
| ТГ                                 | 0,60 (0,46–0,87)     | 0,74* (0,53–1,00)               | 0,73 (0,50–1,00)  | 0,81* (0,71–1,24) |
| α-амилаза                          | 58,0 (43,0–78,0)     | 89,5* (51,7–130)                | 54,0 (41,0–64,0)  | 141* (102–146)    |
| Кальций                            | 2,50 (2,30–2,56)     | 2,34* (2,24–2,44)               | 2,39 (2,27–2,52)  | 2,33* (2,29–2,36) |
| ОЖСС                               | 62,5 (54,7–67,0)     | 54,0* (49,0–57,0)               | 53,3* (50,2–59,5) | 55,0* (46,0–56,0) |
| А/Г                                | 1,67 (1,40–1,91)     | 1,34* (1,19–1,56)               | 1,46 (1,30–1,76)  | 1,29* (1,06–1,56) |
| АсАТ/АлАТ                          | 1,34 (1,06–1,89)     | 1,77* (1,34–2,12)               | 1,46 (1,31–1,92)  | 1,38 (1,29–1,89)  |
| КФК/АсАТ                           | 10,0 (7,42–14,8)     | 8,54* (6,19–12,2)               | 9,86 (7,26–13,0)  | 8,52 (6,41–12,3)  |
| Глю/ОХС                            | 1,16 (1,04–1,39)     | 1,19 (1,00–1,41)                | 1,12 (0,98–1,38)  | 1,02* (0,89–1,21) |
| Глю/ХС-ЛПНП                        | 1,86 (1,60–2,30)     | 2,23* (1,84–2,85)               | 2,19* (2,01–2,91) | 1,63 (1,38–1,98)  |
| <b>Возрастная группа 16–18 лет</b> |                      |                                 |                   |                   |
| <b>Показатели</b>                  | <b>Контроль (49)</b> | <b>1–3-й р-д взрослых (194)</b> | <b>КМС (123)</b>  | <b>МС (36)</b>    |
| Мочевина                           | 4,60 (3,90–5,59)     | 5,00 (4,10–5,89)                | 5,15* (4,25–6,10) | 5,28* (4,50–5,92) |
| Мочевая к-та                       | 270 (250–310)        | 310* (270–360)                  | 290 (260–330)     | 330* (300–363)    |
| ОХС                                | 3,90 (3,50–4,30)     | 3,71 (3,40–4,30)                | 4,00 (3,60–4,50)  | 4,20* (3,65–4,7)  |
| ЛПНП                               | 2,05 (1,45–2,37)     | 2,09 (1,60–2,40)                | 2,30* (2,01–2,80) | 2,53* (2,17–2,97) |
| АлАТ                               | 32,0 (20,0–41,0)     | 23,0* (18,0–31,0)               | 22,0* (17,2–27,0) | 22,0* (16,0–29,0) |
| АсАТ                               | 38,0 (27,0–63,0)     | 35,0* (28,0–43,7)               | 31,0* (25,0–37,0) | 26,0* (22,5–31,0) |
| ЩФ                                 | 356 (194–440)        | 198* (104–331)                  | 191* (117–321)    | 158* (96,9–300)   |
| КФК                                | 511 (346–1740)       | 344* (224 – 628)                | 376* (221–609)    | 249* (175–352)    |
| Железо                             | 14,1 (11,0–16,6)     | 18,4* (12,5–22,8)               | 16,1(12,6–20,4)   | 17,5 (13,4–19,6)  |
| КФК/АсАТ                           | 15,1 (11,2–29,0)     | 11,6* (7,81–16,2)               | 11,7* (8,83–17,4) | 8,78* (6,35–11,9) |
| Глю/ХС-ЛПВП                        | 3,58 (3,17–4,78)     | 3,69 (3,13–4,23)                | 3,27* (2,82–3,89) | 3,52 (3,10–4,80)  |
| КФК/ЩФ                             | 2,02 (1,21–5,16)     | 2,05 (1,29–3,70)                | 1,69 (0,98–3,70)  | 1,69* (0,64–2,84) |
| Глю/ХС-ЛПНП                        | 2,53 (2,05–2,89)     | 2,31 (1,92–2,96)                | 2,00* (1,68–2,43) | 1,82* (1,59–2,22) |

Примечание: см. табл. 1.

спортивной квалификации был повышен по сравнению с контролем уровень мочевины и снижены значения ОЖСС. При наличии спортивных разрядов взрослых у подростков оказались повышенными шесть показателей (ИМТ, содержание глобулинов, триглицеридов, активность альфа-амилазы, величины отношений АсАТ/АлАТ и Глю/ХС-ЛПНП) и снижены четыре показателя (содержание альбумина, кальция и величины отношений А/Г и КФК/АсАТ). Итак, у подростков-спортсменов при наличии юношеских и взрослых спортивных разрядов отмечено однотипное снижение ОЖСС и повышение содержания триглицеридов и активности альфа-амилазы, а также снижение величин отношения А/Г и КФК/АсАТ. У подростков с квалификацией кандидата в мастера спорта найдено повышение величин ИМТ, содержания мочевины и величины коэффициента Глю/ХС-ЛПНП на фоне снижения значений ОЖСС. Систематическая нагрузка на организм подростков, приведшая к получению звания мастера спорта, сопровождалась биохимическими изменениями, более близкими к таковым при получении спортивных разрядов взрослых: совпали изменения содержания мочевины, глобулинов, триглицеридов, кальция, а также активности альфа-амилазы, величины ОЖСС и величины коэффициента А/Г. У подростков – мастеров спорта дополнительно были снижены содержание билирубина и величина отношения Глю/ОХС. Таким образом, у подростков-спортсменов возрастающие по интенсивности и сложности физические нагрузки дают два близких кластера измененных биохимических показателей – при достижении спортивной квалификации взрослых разрядов и при достижении квалификации мастера спорта.

На этапе завершения пубертатного возраста (16–18 лет) у юношей-спортсменов не изменялись величина ИМТ, содержание глюкозы, общего белка, альбумина, глобулинов, ХС-ЛПВП, триглицеридов, кальция, значения ОЖСС, активность ГГТ, величины коэффициентов АсАТ/АлАТ и Глю/ОХС. Независимо от уровня спортивной квалификации выявлено однотипное снижение по сравнению с контролем в рамках референтных возрастных границ нормы активности АлАТ, АсАТ, ЩФ, КФК и величины отношения КФК/АсАТ. Эти данные могут свидетельствовать о том, что постоянные физические нагрузки ускоряют возрастную динамику ряда биохимических показателей и формируют оптимальную адаптацию работы мышечной системы к предъявляемым нагрузкам. У юношей, получивших спортивную квалификацию в виде взрослых разрядов, было найдено дополнительное повышение содержания мочевой кислоты и железа, что отображает оптимальную тенденцию в функционировании эндогенных антиоксидантов на фоне лабилизации резервов железа. У юношей – кандидатов в мастера спорта повышено содержание мочевины, ХС-ЛПНП, а также снижены величины коэффициентов Глю/ХС-ЛПВП и Глю/ХС-ЛПНП, что, вероятно, связано с процессами оптимизации функций печени, в том числе мочевинообразовательной и липидтранспортной. Положительные эффекты влияния интенсивных занятий спортом на функциональное состояние печени, мышц, систему транспорта липидов и эндогенной антиоксидантной системы выявлены у юношей – мастеров спорта: повышение по сравнению с контролем содержания мочевины, мочевой кислоты, ОХС, ЛПНП и снижение величины коэффициентов КФК/ЩФ и Глю/ЛПНП.

Установлена зависимость биохимических показателей здоровья у спортсменов в пубертатном периоде от уровня спортивного мастерства у спортсменов-мужчин в возрасте 19–20 лет. Показано, что у этих спортсменов независимо от уровня спортивной квалификации снижены активность КФК и величины коэффициента КФК/АсАТ по сравнению с аналогичными данными контрольной группы. Специфические изменения для трех уровней спортивной квалификации: 1–3-й спортивные разряды взрослых – снижение содержания ОХС и калия; кандидат в мастера спорта – снижение содержания ОХС и активности АлАТ; мастер спорта – снижение ИМТ, активности АсАТ и величины коэффициента КФК/ЩФ и повышение уровня сывороточного железа.

В табл. 3 представлены биохимические показатели здоровья спортсменок пубертатного возраста в зависимости от спортивного мастерства.

Из данных табл. 3 следует, что у спортсменок в возрастной группе 12–15 лет на всех трех уровнях спортивной квалификации не изменялись

**Таблица 3**  
**Зависимость биохимических показателей сыворотки крови спортсменок женского пола от спортивного мастерства**

| <b>Возрастная группа 12–15 лет</b> |                      |                                 |                   |                   |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Показатели</b>                  | <b>Контроль (34)</b> | <b>1–3-й спорт. разряд (54)</b> | <b>КМС (30)</b>   | <b>МС (12)</b>    |
| ИМТ                                | 18,2 (17,1–20,2)     | 19,8* (18,4–22,0)               | 19,8* (18,3–21,6) | 22,0* (19,7–24,1) |
| Глюкоза                            | 4,90 (4,76–5,10)     | 4,60* (4,38–4,93)               | 4,90 (4,53–5,20)  | 4,51* (4,15–4,80) |
| Мочевина                           | 4,68 (3,49–5,21)     | 4,00 (3,34–4,62)                | 4,80 (3,80–5,69)  | 3,50* (2,95–4,27) |
| Альбумин                           | 43,0 (42,0–45,0)     | 42,0* (40,0–44,0)               | 43,0 (40,7–45,0)  | 41,5* (38,5–43,0) |
| ХС-ЛПВП                            | 1,43 (1,40–1,62)     | 1,46 (1,30–1,60)                | 1,36 (1,16–1,59)  | 1,23* (1,10–1,32) |
| ИА                                 | 2,00 (1,83–2,48)     | 1,82* (1,45–2,19)               | 1,79 (1,40–2,47)  | 2,58 (1,64–3,27)  |
| ТГ                                 | 0,81 (0,69–1,26)     | 0,70* (0,60–0,83)               | 0,77 (0,52–1,23)  | 0,66 (0,43–1,53)  |
| ЛПНП                               | 2,93 (2,36–3,49)     | 2,24* (1,80–2,66)               | 2,24* (1,95–2,49) | 2,18 (1,84–3,10)  |
| АлАТ                               | 14,0 (11,0–21,0)     | 18,0* (15,0–22,7)               | 15,5 (13,0–18,5)  | 18,0* (14,0–29,5) |
| АсАТ                               | 25,0 (21,2–27,7)     | 28,0* (22,5–32,5)               | 25,0 (22,7–27,0)  | 32,5* (25,5–39,5) |
| ЩФ                                 | 202 (150–396)        | 260 (144–384)                   | 115* (92,8–209)   | 128* (77,9–216)   |
| ОЖСС                               | 60,0 (51,2–64,7)     | 53,0* (48,0–56,0)               | 57,0 (51,5–60,5)  | –                 |
| КФК/ЩФ                             | 0,80 (0,40–1,18)     | 0,74 (0,43–1,60)                | 1,08 (0,61–1,54)  | 1,78* (0,94–3,68) |
| Глю/ХС-ЛПНП                        | 1,70 (1,50–1,88)     | 2,09* (1,70–2,55)               | 2,27* (2,12–2,48) | 1,86 (1,77–2,35)  |
| <b>Возрастная группа 16–18 лет</b> |                      |                                 |                   |                   |
| <b>Показатели</b>                  | <b>Контроль (9)</b>  | <b>1–3-й спорт. разряд (38)</b> | <b>КМС (52)</b>   | <b>МС (31)</b>    |
| Билирубин                          | 11,8 (10,6–13,0)     | 12,8 (10,5–21,2)                | 14,8* (11,6–21,8) | 16,9* (10,9–21,1) |
| ОХС                                | 5,04 (5,00–5,30)     | 4,07* (3,80–4,58)               | 4,10* (3,68–4,60) | 4,10 (3,70–4,86)  |
| ТГ                                 | 0,79 (0,65–1,01)     | 0,75 (0,52–1,00)                | 0,75 (0,60–1,00)  | 0,60* (0,50–0,90) |
| ЛПНП                               | 2,90 (2,65–3,10)     | 2,40* (2,06–2,60)               | 2,30* (1,90–2,50) | 2,45 (1,87–3,02)  |
| АсАТ                               | 22,0 (19,0–23,0)     | 28,0* (20,5–32,0)               | 26,0* (21,0–30,2) | 26,0* (23,0–33,5) |
| ЩФ                                 | 84,8 (66,5–102)      | 160* (99,0–219)                 | 104 (79,4–215)    | 98,7 (81,1–148)   |
| Глю/ОХС                            | 0,86 (0,81–0,91)     | 1,10* (0,96–1,29)               | 1,13* (0,99–1,25) | 1,05* (0,91–1,26) |
| Глю/ХС-ЛПНП                        | 1,49 (1,30–1,80)     | 1,92* (1,67–2,15)               | 1,97* (1,80–2,43) | 1,96* (1,47–2,33) |

Примечание: см. табл. 1.



16 показателей: содержание билирубина, мочевой кислоты, общего белка, глобулинов, ОХС, кальция, калия, железа; активность КФК,  $\alpha$ -амилазы, ГГТ; величины коэффициентов – А/Г, АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, Глю/ОХС и Глю/ХС-ЛПВП. У подростков-спортсменок был повышен показатель ИМТ, что, очевидно, связано с ускоряющим действием постоянных физических нагрузок на процесс соматического развития. Как и у спортсменов-подростков мужского пола, у спортсменок в этом возрастном периоде совпадали изменения некоторых биохимических показателей в группах взрослых спортивных разрядов и мастеров спорта: по сравнению с контролем снижено содержание глюкозы и альбумина, а также повышена активность АлАТ и АсАТ. Кроме того, у подростков-спортсменок, получивших квалификацию взрослых спортивных разрядов, снижены индекс атерогенности, содержание триглицеридов и ХС-ЛПНП, уровень ОЖСС и повышено значение коэффициента Глю/ХС-ЛПНП. У девочек – мастеров спорта дополнительно снижены содержание мочевины, ХС-ЛПВП и активность ЩФ при повышении величины коэффициента КФК/ЩФ в рамках референтных возрастных показателей нормы. Эти данные могут означать, что при постоянных интенсивных физических нагрузках на фоне ускоренного протекания процесса полового созревания у девочек выявляются признаки напряжения и негативного развития ряда биохимических процессов: тенденция к относительной гипогликемии и гипоальбуминемии; повышение проницаемости плазматических мембран гепатоцитов и миоцитов, несовершенство транспорта липидов и железа, запаздывание в формировании мочевинообразовательной функции печени. Однако такие изменения не являются аргументами для прекращения занятий спортом, поскольку в группе девочек с квалификацией кандидата в мастера спорта отмечено лишь снижение содержания ЛПНП и активности ЩФ и повышение величины коэффициента Глю/ХС-ЛПНП. По всей видимости, у спортсменок в этом возрастном периоде наиболее важен контроль за состоянием обмена веществ с взаимосвязанной коррекцией физической активности, т. е. необходимо тесное взаимодействие спортивного врача и тренера.

На этапе завершения пубертатного возраста (16–18 лет) у девушек-спортсменок не изменялись по сравнению с контролем 22 показателя. У девушек-спортсменок на всех трех уровнях спортивной квалификации обнаружено повышение активности АсАТ и величин коэффициентов Глю/ОХС и Глю/ХС-ЛПНП. Дополнительно к этим общим изменениям у спортсменок с квалификацией разрядов взрослых повышена активность ЩФ и снижены содержание ОХС и ХС-ЛПНП; у спортсменок с квалификацией кандидата в мастера спорта повышено содержание билирубина и снижены содержание ОХС и ХС-ЛПНП; у спортсменок с квалификацией мастера спорта повышено содержание билирубина и снижено содержание триглицеридов. Все эти данные свидетельствуют о том, что систематические занятия спортом у девушек сопряжены с некоторой «напряженностью» транспорта липидов (возможно, с отвлечением ОХС на синтез половых гормонов), а также с избыточной нагрузкой на костно-мышечную систему.

После завершения процесса полового созревания в возрасте 19–20 лет у спортсменок с квалификацией кандидата в мастера спорта отмечается направленность к сдвигу в сторону повышения содержания

билирубина и снижения содержания триглицеридов, а у спортсменов с квалификацией мастера спорта незначительно повышено лишь содержание билирубина.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На четырех уровнях спортивного мастерства подростков можно выделить следующие изменения биохимических показателей здоровья. При получении юношеских спортивных квалификаций (разряды 1–3) у спортсменов обоего пола обнаружено статистически достоверное снижение величины ОЖСС. У юношей занятия спортом привели к повышению уровня триглицеридов и активности альфа-амилазы, а у девушек – к повышению индекса массы тела. Систематические занятия спортом сопряжены у юношей со сдвигом в сторону снижения семи биохимических показателей: содержания билирубина, кальция, активности креатинфосфокиназы, а также величины коэффициентов А/Г, КФК/АсАТ, Глю/ОХС и КФК/ЩФ. А у девушек – только трех показателей: содержания мочевины, креатинина и активности щелочной фосфатазы. Достижение спортивных разрядов взрослых (разряды 1–3) у всех подростков мужского пола независимо от вида спортивной квалификации было связано с повышением (по сравнению с контролем) уровня мочевины и снижением значений ОЖСС. Кроме того, у юношей-спортсменов оказались повышенными шесть показателей (ИМТ, содержание глобулинов, триглицеридов, активность альфа-амилазы, величины отношений АсАТ/АлАТ и Глю/ЛПНП) и снижены четыре показателя (содержание альбумина, кальция и величины отношений А/Г и КФК/АсАТ). У девушек-спортсменок снижены индекс атерогенности, содержание триглицеридов и ХС-ЛПНП, уровень ОЖСС и повышено значение коэффициента Глю/ХС-ЛПНП. При наличии квалификации кандидата в мастера спорта у спортсменов-подростков найдено повышение величин ИМТ, содержания мочевины и величины коэффициента Глю/ХС-ЛПНП на фоне снижения значений ОЖСС.

Наличие квалификации мастера спорта сопряжено с изменениями содержания мочевины, глобулинов, триглицеридов, кальция, а также активности альфа-амилазы, величины ОЖСС и величины коэффициента А/Г, аналогичным таковым при получении спортивных разрядов взрослых. У юношей – мастеров спорта дополнительно были снижены содержание билирубина и величина отношения Глю/ОХС, а у девушек – мастеров спорта дополнительно снижены содержание мочевины, ХС-ЛПВП и активность щелочной фосфатазы при повышении величины коэффициента КФК/ЩФ.

В завершение изложения фактического материала хотелось бы еще раз подчеркнуть, что приведенные в статье значения биохимических показателей не выходят за пределы региональных референтных границ нормы, и поэтому они не могут считаться патологическими [4]. Однако соотношение изучаемых биохимических показателей является поводом для коррекции физических нагрузок и образа жизни для лиц, привлекаемых к занятиям физической культурой и спортом в возрастном периоде пубертата.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

## ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Chirkin A., Altani M., Stepanova N., Chirkina A. (2019) Zavisimost' biohimicheskikh 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.
2. German J.B., Hammok B.D., Watkins S.M. (2005) Metabolomics: building on a century of biochemistry to guide human health. *Metabolomics*, vol. 1, no 1, pp. 3–9.
3. 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.
4. Chirkin A., Docenko E., Kamyshnikov V. (2010) *Fiziologicheskie znacheniya laboratornykh testov u naseleniya Respubliki Belarus: spravochnoe posobie* [Physiological values of laboratory tests in the population of the Republic of Belarus: a reference guide]. Minsk: Adukacyya i vyhavanne, 88 p.
5. Lee E.C., Fragala M.S., Kavouras S.A. (2017) Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. *J. Strength Cond. Res.*, vol. 31, no 10, pp. 2920–2937.
6. Solodkov A., Sologub E. (2005) *Fiziologiya cheloveka. Obschaya. Sportivnaya. Vozrastnaya* [General, sports, and age-related human physiology]. M.: Olimpiya-Press, 528 p. (in Russian)

---

Поступила/Received: 10.11.2019

Контакты/Contacts: chir@tut.by