

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫВОРОТКИ КРОВИ ПРИ
ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ В ПУБЕРТАТНОМ ВОЗРАСТЕ**

Чиркин А.А.

*д. м. н., профессор кафедры химии и естественнонаучного образования
учреждения образования «Витебский государственный университет имени
П.М. Машерова», г. Витебск, Беларусь
chir@tut.by*

Степанова Н.А.

*к. б. н., доцент кафедры химии и естественнонаучного образования
учреждения образования «Витебский государственный университет имени
П.М. Машерова», г. Витебск, Беларусь
nadezhda-stepanova-52@mail.ru*

Чиркина А.А.

*к. б. н., доцент кафедры информационных технологий и управления
бизнесом учреждения образования «Витебский государственный университет
имени П.М. Машерова», г. Витебск, Беларусь
channa@tut.by*

Алтани Мершид Сулеман,

*аспирант кафедры химии и естественнонаучного образования
учреждения образования «Витебский государственный университет имени
П.М. Машерова», г. Витебск, Беларусь
morshedaltany12345@gmail.com*

Установлены биохимические показатели сыворотки крови, уровень которых поддерживается на постоянном уровне в пубертатном возрасте независимо от пола и типа дозированных физических нагрузок – общий белок, ХС ЛПВП, индекс атерогенности, отношения Глю/ХС ЛПВП и КФК/ЩФ. Дозированные физические нагрузки у подростков мужского пола в возрастной группе 12-15 лет ускоряют изменения содержания мочевины, глобулинов, триглицеридов, калия, активности ГГТ и величины отношения А/Г до уровня подростков контрольной подгруппы 16–18 лет, что указывает на развитие адаптационных процессов. У девушек в этой возрастной группе дозированные физические нагрузки снижают содержание глюкозы, альбуминов, ХС ЛПНП, активности щелочной фосфатазы и отношения АсАТ/АлАТ – что может указывать на биохимические признаки напряжения обмена веществ. В этом возрастном периоде подростки часто не могут преодолеть норматив квалификации «мастер спорта» из-за особенностей обмена веществ, условно обозначенных «биохимическим выгоранием».

Ключевые слова: пубертатный возраст; спорт; биохимические показатели; гендерные различия

**BIOCHEMICAL INDICATORS OF BLOOD SERUM DURING
SPORTS EXERCISES AT THE AGE OF PUBERTY**

Chirkin A.A.

Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Chemistry and Natural Science Education of the Educational Institution "Vitebsk State University named after P.M. Masherov", Vitebsk, Belarus
chir@tut.by

Stepanova N.A.

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Natural Science Education of the Educational Institution "Vitebsk State University named after P.M. Masherov", Vitebsk, Belarus
nadezhda-stepanova-52@mail.ru

Chirkina A.A.

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Information Technologies and Business Management of the Educational Institution "Vitebsk State University named after P.M. Masherov", Vitebsk, Belarus
channa@tut.by

Altani Mershid Suleman

post-graduate student of the Department of Chemistry and Natural Science Education of the educational establishment "Vitebsk State University named after P.M. Masherov", Vitebsk, Belarus
morshedaltany12345@gmail.com

Biochemical parameters of blood serum were established, the level of which is maintained at a constant level at puberty, regardless of gender and type of dosed physical activity - total protein, HDL cholesterol, atherogenic index, Glu / HDL cholesterol and CPK / ALP ratios. Dosed physical activity in male adolescents in the age group of 12-15 years accelerates changes in the content of urea, globulins, triglycerides, potassium, GGT activity and the value of the A / G ratio to the level of adolescents in the control subgroup 16-18 years old, which indicates the development of adaptation processes. In girls in this age group, dosed physical activity reduces the content of glucose, albumin, LDL cholesterol, alkaline phosphatase activity and the AsAT / ALAT ratio - which may indicate biochemical signs of metabolic stress. In this age period, adolescents often cannot overcome the qualification standard "master of sports" due to the peculiarities of metabolism, conventionally designated "biochemical burnout".

Key words: *puberty; sport; biochemical indicators; gender differences*

Введение. В консенсусном заявлении Международного олимпийского комитета по спортивному развитию молодежи, включающем основные принципы развития спорта, указано на необходимость эффективно проводить лабораторные испытания для стимуляции участия молодежи в спорте с целью достижения спортивных результатов [1]. В многоцентровом европейском

исследовании Helena-CSS (The Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study) при исследовании 3528 подростков 12,5-17,5 лет в 10 городах 9 европейских стран был изучен кардиометаболический риск и был сделан вывод, что физическая активность является наиболее значимым способом защиты подростков от сердечнососудистой патологии [2]. Половое созревание (пубертатный период, пубертат) – процесс изменений в организме подростка, вследствие которых он становится взрослым и способным к продолжению рода. В этом периоде прирост массы тела для подростков мужского пола составляет в среднем 35 кг, а у подростков женского пола – 25 кг. В периоде пубертата прирост длины тела у мальчиков составляет в среднем 36,3 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 [3, 4].

Цель исследования – изучить особенности возрастной динамики биохимических показателей сыворотки крови у лиц пубертатного возраста при систематических и контролируемых воздействиях физических нагрузок.

Материал и методы. Исследования проводились на базах Витебского областного диспансера спортивной медицины и Витебского областного диагностического центра в сертифицированных лабораториях на протяжении 2011–2019 годов в соответствии с Хельсинской декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта» (1964 г., с изменениями 1975–2008 годы), с учетом международных норм и стандартов, а также закона Республики Беларусь «О здравоохранении» от 18.06.1993 г. №2435-ХІІ, статья 46. Под наблюдением было 1245 подростков, из них 375 – женского пола (49 – контрольная группа и 326 – спортсмены) и 870 подростков мужского пола (144 – контрольная группа и 726 – спортсмены). В контрольную группу включены лица, приступившие к занятиям спортом, но не получившие спортивной квалификации, что отвечает формированию более адекватных контрольных групп для сравнения с группой спортсменов. Различие в спортивной нагрузке контрольных групп и спортсменов определены как «тип физических нагрузок».

В сыворотке крови подростков определяли содержание глюкозы (Глю) (глюкозооксидазный метод), триглицеридов (ТГ) и общего холестерина (ОХС) (метод СНОД-РАРэнзиматический), холестерина липопротеинов высокой плотности (ХС ЛПВП) и холестерина липопротеинов низкой плотности (ХС ЛПНП) (прямой ферментативный метод), мочевины (уреазный кинетический метод), калия (тетрафенилборатный метод с осаждением), кальция

(преципитация с карбонатом магния) – эти показатели выражали ммоль/л; общего белка (биуретовый метод), альбумина (А) (с бромкрезоловым зеленым) и глобулинов (Г) – выражали их в г/л; общего и прямого билирубина (метод Йендрашека-Грофа), мочевой кислоты (МК) (уриказный метод), креатинина (реакция Яффе без депротенинизации), железа сывороточного (метод Nitro-RAPS), общей железосвязывающей активности (ОЖСС) (арсенатный метод) – выражали их мкмоль/л; оценивали активность аланин- и аспартат-аминотрансфераз (АлАТ и АсАТ) (метод IFCC), щелочной фосфатазы (ЩФ) (с DEA-буфером), альфа-амилазы (кинетический метод с CNPG₃), гамма-глутамилтрансферазы (ГГТ) (метод с 3-карбоксинитроанилидом), креатинфосфокиназы (КФК) (метод DOKS) – выражали их в МЕ/л. В работе использованы наборы фирмы BioSystems (Spain) и анализатор Mindray (Китай). Рассчитывали индекс атерогенности (ИА) – (ОХС–ХС ЛПВП/ХС ЛПВП) и коэффициенты А/Г, АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, глюкоза/ОХС (Глю/ОХС), глюкоза/ХС ЛПВП (Глю/ХС ЛПВП), КФК/ЩФ, глюкоза/ХС ЛПНП (Глю/ХС ЛПНП), которые выражали в условных единицах, поскольку в числителе и знаменателе отношений были одинаковые размерности (г/л, МЕ/л, ммоль/л). Статистическую обработку цифрового материала производили методами непараметрической статистики (Statistica 10.0, PASW Statistics 18).

Полученные результаты и обсуждение. В процессе выполнения работы были получены результаты, которые можно сгруппировать в четыре пункта. Во-первых, удалось установить неизменяемые биохимические показатели здоровья в периоде пубертата (контроль): показатели, которые не изменяются у обследованных подростков контрольных групп независимо от возраста и пола (индекс атерогенности, ХС ЛПНП, альфа-амилаза, железо и коэффициент Глюкоза/ХС ЛПВП); показатели, которые не изменяются у подростков мужского пола (глюкоза, альбумин, коэффициент АсАТ/АлАТ); показатели, которые не изменяются у подростков женского пола (мочевина, креатинин, общий белок, альбумин, ХС ЛПВП, триглицериды, ХС ЛПНП, АлАТ, КФК, кальций, ОЖСС, калий, коэффициенты КФК/АсАТ, Глю/ХС ЛПНП). Во-вторых, установлены неизменяемые биохимические показатели здоровья в периоде пубертата у спортсменов: показатели, которые не изменяются у обследованных подростков-спортсменов независимо от возраста и пола (индекс атерогенности, общий белок, ХС ЛПВП, коэффициенты Глюкоза/ХС ЛПВП и КФК/ЩФ); показатели, которые не изменяются у обследованных подростков-спортсменов мужского пола (глюкоза, общий билирубин, ОХС, ЛПНП и коэффициент Глюкоза/ОХС); показатели, которые не изменяются у обследованных подростков-спортсменов женского пола (креатинин, триглицериды, кальций, калий, сывороточное железо, активность АлАТ, КФК, ГГТ, альфа-амилаза, ОЖСС, коэффициенты КФК/АсАТ, Глюкоза/ХС ЛПВП и КФК/ЩФ). В-третьих, установлены возможные изменения у спортсменов в диапазоне квалификаций «юношеский разряд – мастер спорта» в возрасте 12-15 лет: повышение показателей у

подростков – спортсменов обоего пола (ИМТ, активность АсАТ, коэффициент Глю/ЛПНП); снижение показателей у подростков – спортсменов обоего пола (ОЖСС); повышение показателей у спортсменов (содержание мочевины и триглицеридов, активность альфа-амилазы); снижение показателей у спортсменов (содержание кальция, коэффициент А/Г); снижение показателей у спортсменок (активность щелочной фосфатазы). В возрастном периоде 12-15 лет подростки часто не могут преодолеть норматив квалификации «мастер спорта» из-за особенностей обмена веществ, условно обозначенных «биохимическим выгоранием». В-четвертых, выявлены возможные изменения у спортсменов в диапазоне квалификаций «юношеский разряд – мастер спорта» в возрасте 16-18 лет: противоположные по направленности изменения показателей у спортсменов и спортсменок (содержание ЛПНП, активность АсАТ и коэффициент Глю/ЛПНП); повышение показателей у спортсменов (содержание мочевины, креатинина, значения индекса атерогенности); снижение показателей у спортсменов (активность АлАТ, щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы, коэффициент КФК/АсАТ); повышение показателей у спортсменок (содержание общего билирубина, коэффициент Глю/ОХС); снижение показателей у спортсменок (содержание ОХС).

Заключение. Изменения в биохимических показателях, сохраняющихся в пубертатном периоде на постоянном уровне у подростков контрольных групп и у подростков, привлеченных к занятиям дозированными физическими нагрузками, могут сигнализировать о нарушениях обмена веществ и процессов полового созревания. Такие показатели могут служить для целей коррекции условий протекания пубертата и коррекции нарушений, вызванными физическими нагрузками в рамках возрастной и клинической биохимии.

Исследованные в работе 8 представителей метабомики, 12 представителей протеомики, 3 неорганических биорегулятора и 8 относительных показателей для оценки взаимосвязей обмена веществ могут быть основой для дальнейшего детального протеомного и метаболомного профилирования сыворотки крови с целью выявления точных биохимических маркеров полового созревания и ответа организма подростков на физические воздействия. Для таких исследований требуется широкое внедрение методов капиллярного электрофореза, ВЭЖХ, хромато-масс-спектрометрии, ЯМР и др. [5, 6].

Список литературы

1. Bergeron, M.F. International Olympic Committee consensus statement on youth athletic development / M.F. Bergeron [et al.] // Br. J. Sports. Med. - 2015. - Vol. 49. - P. 843–851.
2. Cristi-Montero, C. Cardiometabolic risk through an integrative classification combining physical activity and sedentary behavior in European

adolescents: HELENA study / C. Cristi-Montero [et al.] // J.Sport Health Sci. – 2019. - Vol. 8, issue 1. – P. 55-62.

3. Brown, K.A. Participation in sports in relation to adolescent growth and development / K.A. Brown, D.R. Patel, D. Darmawan // Transl. Pediatr. - 2017. - Vol. 6, №3. - P. 150-159.

4. Julian-Almarcegui, C. Combined effects of interaction between physical activity and nutrition on bone health in children and adolescents: a systematic review / C. Julian-Almarcegui [et. al.] // Nutr. Rev.- 2015. - Vol. 73. №3. - P. 127-139.

5. Карцова, Л.А. Применение хроматографических и электрофоретических методов в метаболомных исследованиях / Л.А. Карцова, С.А. Соловьева // Журнал аналитической химии. – 2019. – Т. 74, №4. – С. 243-253.

6. Zheng, F. Development of a plasma pseudotargeted metabolomics method based on ultra-high-performance liquid chromatography–mass spectrometry/ F. Zheng [et al.] // Nat. Protoc. – 2020. – Vol. 15. – P. 2519–2537.