

УДК 577.1:612.1:796.01-053.6

ФОРМИРОВАНИЕ РЕФЕРЕНТНЫХ ИНТЕРВАЛОВ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ У СПОРТСМЕНОВ ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА

А.А. Чиркин, Н.А. Степанова, М.С. Алтани, А.А. Чиркина*Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова»*

В работе представлены данные о формировании референтных интервалов биохимических показателей сыворотки крови на основе непараметрического центильного способа статистической обработки цифрового материала, полученного при анализе базы данных спортсменов пубертатного возраста.

Цель статьи – выявление типов спортивных нагрузок, вызывающих расширение или сужение референтных интервалов в процессе совершенствования спортивного мастерства, а также в зависимости от вида спорта.

Материал и методы. В работе использованы результаты анализа деперсонифицированной базы данных, включающей 22 биохимических показателя сыворотки крови и 10 коэффициентов на их основе, возраст, пол, рост, массу тела, спортивную квалификацию – 1–3-й юношеский и взрослый разряды (ЮР, ВР), кандидат в мастера спорта (КМС), мастер спорта (МС), виды спорта, объединенные в группы – циклические виды спорта (ЦВС), спортивные единоборства (СпЕ), спортивные игры (СПИ).

Результаты и их обсуждение. В статье рассмотрены три аспекта проблемы влияния спорта на состояние обмена веществ у спортсменов пубертатного возраста: 1) данные о референтных интервалах биохимических показателей сыворотки крови подростков 12–15 лет и 16–18 лет обоего пола, занимающихся постоянными спортивными физическими нагрузками независимо от достигнутой спортивной квалификации и вида спорта; 2) данные о референтных интервалах, отличающихся от референтных границ нормы у подростков в процессе преодоления нормативов спортивных квалификаций: юношеские разряды – взрослые разряды – кандидат в мастера спорта – мастер спорта; 3) референтные интервалы спортсменов, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в зависимости от вида спорта (циклические виды спорта, единоборства и спортивные игры). Полученные изменения не являются критичными для состояния обмена веществ юных спортсменов.

Заключение. Значения биохимических показателей, выходящие за пределы референтных значений нормы, а также расширение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов представляют собой признаки развития возможных патологий.

В то же время сужение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов в пределах референтных значений нормы может свидетельствовать о развитии адаптационных процессов.

Ключевые слова: пубертатный возраст, референтные значения нормы, референтный интервал спортсменов, биохимические показатели, сыворотка крови.

FORMATION OF REFERENCE INTERVALS OF PUBERTY ATHLETE BLOOD SERUM BIOCHEMICAL INDICATORS

A.A. Chirkin, N.A. Stepanova, M.S. Altani, A.A. Chirkina*Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”*

The paper presents data on the formation of reference intervals of biochemical parameters of blood serum based on a nonparametric centile method of statistical processing of digital material obtained from analyzing the database of pubertal athletes.

The purpose of the article is to identify types of sports loads that cause expansion or narrowing of reference intervals in the process of improving sportsmanship, as well as depending on the type of sport.

Material and methods. The work used data from the analysis of a depersonalized database, including 22 biochemical indicators of blood serum and 10 coefficients based on them, age, gender, height, body weight, sports qualifications – 1st–3rd youth and adult

categories (JR, VR), candidate master of sports (CMS), master of sports (MS), sports combined into groups – cyclic sports (CVS), combat sports (SPE), sports games (SPG).

Findings and their discussions. The article examines three aspects of the problem of the influence of sport on the metabolic state of puberty athletes: 1) data on the reference intervals of biochemical blood serum parameters of 12–15 year-old and 16–18 year-old adolescents of both sexes, engaged in constant sports physical activities, regardless of the achieved sports qualifications and type of sport; 2) data on reference intervals that differ from the adolescent reference boundaries of the norm in the process of overcoming the standards of sports qualifications: youth categories – adult categories – candidate master of sports – master of sports; 3) the reference intervals of adolescent athletes are presented, which differ from the reference limits of the norm depending on the type of sport (cyclic sports, martial arts and sports games). The resulting changes are not critical for the metabolic state of young athletes.

Conclusion. Values of biochemical parameters that go beyond the reference values of the norm, as well as the expansion of athletes' reference intervals of biochemical parameters are signs of the development of possible pathologies.

At the same time, the narrowing of the reference intervals of athletes' biochemical parameters within the normal reference values may indicate the development of adaptation processes.

Key words: pubertal age, reference values of the norm, athletes' reference interval, biochemical parameters, blood serum.

В лабораторной практике нормальные величины биохимических показателей сыворотки или плазмы крови оцениваются на основе референсных (референтных) значений с использованием предложенных производителем наборов реагентов для количественного определения аналита, а также в процессе установления его у большой популяции здоровых людей, специально отобранных и сгруппированных по возрасту, полу или другим биологическим и иным факторам. Полученные данные приводятся к среднему значению с помощью методов параметрической или непараметрической статистики в зависимости от правильности распределения числовых значений концентрации или активности биохимического показателя.

В настоящее время термин «норма» применяется реже, а чаще говорят о референсных (референтных) значениях, и результаты, полученные для конкретного пациента, сравнивают с так называемым референтным интервалом (диапазоном, значениями) нормы для популяции людей, обслуживаемых данной лабораторией. Указанный термин является более точным, поскольку дает представление о нижней и верхней границах нормы лабораторного показателя, возможных, статистически достоверных пределах колебания (отклонения) его величины и в то же время подчеркивает относительность этих данных, допустимость применения только к определенной группе людей. Для прямого установления референтного интервала, согласно рекомендациям Международной федерации клинической химии (International Federation of Clinical Chemistry – IFCC), статистически достаточной является выборка из 120 практически здоровых субъектов, по результатам исследования которых рассчитывают 95% доверительный интервал [1; 2].

При традиционном подходе референтный интервал обычно определяют как интервал между двумя «эталонными» пределами (2,5 и 97,5-й процентиля), полученными из выборки эталонной популяции. Сегодня широкое распространение получили также косвенные методики установления референтного интервала, в которых анализируют базы данных лабораторных параметров. Главной проблемой, ограничивающей применение косвенной методики, является наличие сложных статистических алгоритмов, необходимых для создания и использования критериев исключения нездоровых субъектов. Следует отметить, что расчет и верификация референтного интервала (РИ) довольно сложные процессы. В 2008 г. сотрудниками Института стандартов клинических лабораторий (CLSI) и Международной федерацией клинической химии и лабораторной медицины (IFCC) было создано руководство (C28-A3) для определения и проверки РИ [3]. За рубежом в последние годы были представлены итоги нескольких масштабных проектов по расчету РИ показателей крови на многочисленных выборках здоровых детей (табл. 1) [4].

В работе 2022 года Ж.В. Гришина констатировала: «К сожалению, в нашей стране до настоящего времени подобных проектов нет. Исключением является реализованный в 2020 г. в ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России проект по расчету РИ показателей крови у несовершеннолетних спортсменов, который по объему выборки может сравниться с зарубежными проектами» [5].

Однако в Республике Беларусь была опубликована статья И.Л. Гилеп и соавт. [6] и издана монография Н.А. Степановой и соавт. [7], посвященные оценке референтных интервалов у спортсменов разного возраста, включая подростков.

**Проекты по расчету референтных интервалов (РИ) показателей крови,
основанных на популяции здоровых детей и подростков**

Проект	Возрастные группы	Методы статистики, рассчитанные параметры	Изучаемые биомаркеры
Caliper (Канада)	До 18 лет	Прямой метод, РИ	Показатели общего анализа крови, эндокринные маркеры, онкомаркеры, витамины, биомаркеры отклонений в метаболизме
CHILDX (США)	0,5–17 лет	Прямой метод, РИ	Ферменты, гормоны, витамины, маркеры костного обмена, показатели коагулограммы
COPENHAGEN (Дания)	5–20 лет	Прямой метод, РИ	Показатели биохимического анализа крови
KiGGS (Германия)	До 18 лет	Прямой метод, РИ, медианы	Биохимические маркеры, иммунологические маркеры, гормоны щитовидной железы, маркеры неинфекционных заболеваний
LOOK (Австралия)	8, 10, 12 лет	Прямой метод, РИ, медианы	Кардиологические маркеры, показатели общего анализа крови
NORIP (Скандинавские страны)	До 18 лет	Прямой метод, РИ	Онкомаркеры, показатели общего биохимического анализа крови
Референт-20 (Россия)	Спортсмены 14–17 лет	Косвенный метод, РИ; 5; 10; 25; 50; 75; 90; 95-й центили	Показатели общего анализа крови, маркеры метаболизма

Материал и методы. Исследования, одобренные комиссией по биоэтике ВГУ имени П.М. Машерова (протокол от 19.10.2020 № ЭК1-20), проводились на базах Витебского областного диспансера спортивной медицины и Витебского областного диагностического центра в сертифицированных лабораториях.

Под наблюдением было 1011 подростков в возрастном диапазоне 12–18 лет, из них 323 – женского пола (55 – контрольная группа и 268 – спортсмены) и 688 – мужского пола (125 – контрольная группа и 563 – спортсмены). В контрольную группу включены лица, приступившие к занятиям систематическими физическими нагрузками, но не получившие спортивной квалификации, что отвечает формированию более адекватных контрольных групп для сравнения с лицами, занимающимися систематическими управляемыми физическими нагрузками. Учитывая возрастные характеристики полового созревания, а также рекомендации ученых и специалистов учреждений высшего спортивного образования, были сформированы две группы в возрастном диапазоне 12–15 и 16–18 лет.

В сыворотке крови подростков определяли содержание глюкозы (глюкозооксидазный метод), триглицеридов и ОХС (энзиматический фотометрический метод), ХС ЛПВП и ХС ЛПНП (прямой ферментативный метод), мочевины (уреазный кинетический метод), калия (тетрафенилборатный метод с осаждением), кальция (преципитация с карбонатом магния) – данные показатели выражали в ммоль/л; общего белка (биуретовый метод), альбумина (колориметрия с бромкрезоловым зеленым) и глобулинов – данные показатели выражали в г/л; общего и прямого билирубина (метод Йендрашека – Грофа), креатинина (реакция Яффе без депротеинизации), мочевой кислоты (уриказный метод), железа сывороточного (колориметрический метод с хромогеном Nitro-PAPS), ОЖСС (арсенатный метод) – данные показатели выражали в мкмоль/л; оценивали активность АлАТ и АсАТ (УФ кинетический метод), ЩФ (фотометрический с диэтанолламинным DEA-буфером), α -амилазы (кинетический метод с хлорнитрофенол- α -D-мальтотриозидом (CNPГ₃), ГГТ (метод с 3-карбоксинитроанилидом), КФК (УФ кинетический метод) – данные показатели выражали в МЕ/л. В работе использованы наборы фирмы BioSystems (Spain) и биохимический анализатор Mindray (Китай).

Рассчитывали индекс атерогенности (ИА) по формуле $\text{ОХС} - \text{ХС ЛПВП} / \text{ХС ЛПВП}$ и коэффициенты альбумин/глобулины, АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, глюкоза/ОХС, глюкоза/ХС ЛПВП, глюкоза/ХСЛПНП, КФК/ЩФ, глюкоза/триглицериды, глюкоза/мочевина, которые выражали в условных единицах, поскольку в числителе и знаменателе отношений были одинаковые размерности (г/л, МЕ/л, ммоль/л).

Результаты биохимического анализа вводились в деперсонифицированную базу данных для хранения и анализа информации. База включала 22 биохимических показателя сыворотки крови и 10 коэффициентов на их основе, возраст, пол, рост, массу тела, спортивную квалификацию – 1–3-й юношеский и взрослые разряды (ЮР, ВР), кандидат в мастера спорта (КМС), мастер спорта (МС); виды спорта, объединенные в группы, – циклические виды спорта (ЦВС), спортивные единоборства (СПЕ) и спортивные игры (СПИ).

Статистическую обработку цифрового материала проводили методами непараметрической статистики (Statistica 10.0, PASWStatistics 18), а множественное сравнение групп – с помощью критерия Краскела – Уоллиса. При имеющихся различиях между группами выполнялось их попарное сравнение с помощью U-критерия Манна – Уитни. Различия принимались статистически значимыми при $p < 0,05$. Результаты представлены в таблицах в виде медианы и процентилей (Me (25–75%)). Для установления границ биохимических показателей у лиц пубертатного возраста, занимающихся систематическими физическими нагрузками, использовался центильный метод.

В данной работе применен непараметрический метод, согласно которому выбросы идентифицируются в квартилях [6; 8]. Рассчитывали значения нижнего Q1 (25%) и верхнего Q3 (75%) квартилей, межквартильный размах $\text{IQR} = \text{Q3} - \text{Q1}$. Исключали значения, выходящие за нижнюю границу, определяемую как $\text{Q1} - 1,5 \text{ IQR}$, или превышающие верхний порог $\text{Q3} + 1,5 \text{ IQR}$.

Межквартильный интервал 25–75%, который принимается за нормальное значение для определенной когорты исследуемых лиц в градации всего диапазона 2,5–97,5% процентилей, сравнивали с референтными значениями нормы.

Результаты и их обсуждение. В табл. 2 представлены данные о референтных интервалах биохимических показателей сыворотки крови подростков 12–15 лет и 16–18 лет обоего пола, занимающихся постоянными спортивными физическими нагрузками (независимо от достигнутой спортивной квалификации и вида спорта).

Установлено, что у подростков возрастной группы 12–15 лет повышены величины медиан активности креатинфосфокиназы, АсАТ/АлАТ у лиц женского пола, как в контрольных группах, так и при занятиях спортом.

Эти изменения, вероятно, связаны с физическими нагрузками, поскольку в контрольную группу были включены подростки, приступившие к занятиям спортом, но не получившие пока спортивную квалификацию.

У подростков женского пола контрольной группы обнаружено снижение активности щелочной фосфатазы по сравнению с юношами, что связано с более быстрой возрастной динамикой этого фермента по сравнению с подростками мужского пола, однако медиана превышала значение нормы активности щелочной фосфатазы. У девушек контрольной группы выявлено также повышение медианы ХС ЛПНП.

Кроме того, у подростков женского пола снижены медианы отношения КФК/АсАТ, как в контрольной группе, так и при занятиях спортом. У подростков мужского пола аналогичный эффект выявлен лишь у спортсменов. В возрастной группе 16–18 лет у юношей контрольной группы повышены медианы всех ферментов.

Квартильный интервал коэффициента КФК/АсАТ, характеризующий работу мышц, сдвинут в сторону повышения, что может свидетельствовать о повреждении миоцитов у подростков, приступивших к занятию спортом, снижение медианного значения и сужение квартильного интервала этого коэффициента у спортсменов свидетельствует об адаптационных процессах.

У девушек в контроле, как и в раннем пубертатном периоде, повышена медиана ХС ЛПНП, у спортсменов содержание ХС ЛПНП нормализуется. Особую тревогу вызывает сдвиг КФК/АсАТ у спортсменов 12–15 лет в область ниже референтных значений нормы.

**Квартильные интервалы, выходящие за пределы референтных значений нормы
у подростков, занимающихся спортом**

Показатели	Референтные значения нормы	Квартильные интервалы при занятиях спортом			
		Юноши		Девушки	
		Контроль	Спорт	Контроль	Спорт
Возрастная группа 12–15 лет					
ЩФ	юноши – до 390 Ед/л девушки – до 187 Ед/л	307 (140–284)	342 (176–420)	202↑ (150–396)	норма
КФК, Ед/л	25–200 Ед/л	263↑ (182–376)	241↑ (167–420)	норма	норма
ХС ЛПНП	<2,59 ммоль/л – норма	норма	норма	2,93↑ (2,36–3,49)	норма
АсАТ/АлАТ	1,33 (0,91–1,75)	норма	1,60↑ (1,30–2,00)	1,90↑ (1,56–2,23)	1,51↑ (1,27–1,85)
КФК/АсАТ	9–13	10,0 (7,40–14,8)	8,30↓ (6,10–12,4)	5,81↓ (5,25–7,07)	6,13↓ (4,71–9,11)
Возрастная группа 16–18 лет					
ХС ЛПНП	<2,59 ммоль/л – норма	норма	норма	2,90 ↑ (2,65–3,10)	норма
АлАТ, Ед/л	юноши – до 26 Ед/л девушки – до 23 Ед/л	32,0↑ (20,0–41,0)	норма	норма	норма
АсАТ, Ед/л	юноши – до 35 Е/л девушки – до 27 Ед/л	38,0↑ (27,0–63,0)	норма	норма	норма
КФК, Ед/л	25–200 Ед/л	511↑ (346–840)	334↑ (209–581)	норма	норма
КФК/АсАТ	9–13	15,1↑ (11,2–29,0)	11,3↑ (7,32–16,4)	норма	норма

Примечание: в скобках указаны квартильные интервалы при занятиях спортом, цифра сверху – медиана, стрелка – направление изменений по сравнению с референтными значениями.

В табл. 3 отображены референтные (квартильные) интервалы, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в процессе преодоления нормативов спортивных квалификаций. В возрастной группе 12–15 лет у спортсменов обоего пола при преодолении всех нормативов повышены медианы биохимического индекса АсАТ/АлАТ. В процессе выполнения нормативов в диапазоне взрослые разряды – мастер спорта у подростков обоего пола снижены медианы ХС ЛПНП, но в группе мастеров спорта верхняя граница квартильного интервала превышает норму; у подростков мужского пола повышены медианы КФК, а у подростков женского пола снижены медианы коэффициента КФК/АсАТ. У девушек при выполнении нормативов юношеских разрядов снижена величина медианы квартильного интервала ОЖСС и отмечено его сужение. Полученные результаты могут свидетельствовать, что становление высококвалифицированных спортсменов в раннем пубертатном периоде жизни сопряжено с явлением напряжения метаболизма, что необходимо учитывать при планировании тренировок и состязаний. В возрастной группе 16–18 лет различия между референтными значениями нормы и квартильными интервалами биохимических показателей спортсменов были выявлены при преодолении нормативов спортивных квалификаций в диапазоне взрослые разряды – мастер спорта. У юношей и девушек в этом диапазоне спортивных достижений были снижены медианы ХС ЛПНП при выходе верхней границы оптимального интервала за пределы нормы у юношей КМС и у мастеров спорта обоего пола. Биохимический коэффициент КФК/АсАТ снижен за счет расширения диапазона интервала в обе стороны у юношей со взрослыми разрядами и кандидатов в мастера спорта, а у девушек – в сторону < 9, что может свидетельствовать о напряжении метаболизма сердечной мышцы.

У юношей выявлено умеренное повышение значений медиан активности КФК. Эти изменения не являются критичными для состояния обмена веществ у спортсменов.

Таблица 3

Квартильные интервалы спортсменов, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в зависимости от достигнутой спортивной квалификации

Показатели	Референтные значения нормы	Квартильные интервалы в зависимости от спортивной квалификации							
		Юноши				Девушки			
		ЮР	ВР	КМС	МС	ЮР	ВР	КМС	МС
		Возрастная группа 12–15 лет							
ХС ЛПНП, ммоль/л	<2,59 ммоль/л – норма	норма	2,01↓ (1,60–2,59)	2,08↓ (1,63–2,20)	2,40↓ (2,50–3,30)	норма	2,24↓ (1,80–2,66)	2,24↓ (1,95–2,49)	2,18↓ (1,84–3,10)
ОЖСС	45–70 мкмоль/л	норма	норма	норма	норма	44,3↓ (40,8–51,2)	норма	норма	норма
АсАТ, Ед/л	юноши – до 35 Ед/л девушки – до 27 Ед/л	норма	норма	норма	норма	норма	норма	норма	32,2↑ (25,4–39,3)
ЩФ, Ед/л	юноши – до 390 Ед/л девушки – до 187 Ед/л	481↑ (209–638)	норма	норма	норма	норма	220↓ (144–383)	норма	норма
КФК, Ед/л	25–200 Ед/л	норма	249↑ (174–409)	310↑ (202–519)	232↑ (166–353)	норма	норма	норма	норма
АсАТ/АлАТ	1,33 (0,91–1,75)	1,54↑ (1,36–1,76)	1,77↑ (1,34–2,12)	1,46↑ (1,31–1,92)	1,38↑ (1,29–1,89)	1,47↑ (1,25–1,79)	1,67↑ (1,27–1,92)	1,75↑ (1,34–1,96)	1,69↑ (1,25–1,85)
КФК/АсАТ	9–13	норма	норма	норма	норма	норма	5,97↓ (4,66–9,40)	5,60↓ (4,10–7,99)	6,52↓ (6,15–7,50)
Возрастная группа 16–18 лет									
ХС ЛПНП, ммоль/л	<2,59 ммоль/л – норма	норма	2,09 ↓ (1,60–2,40)	2,30 ↓ (2,01–2,80)	2,31 ↓ (2,17–2,97)	норма	2,40 ↓ (2,06–2,60)	2,30 ↓ (1,90–2,50)	2,45 ↓ (1,87–3,02)
КФК, Ед/л	25–200 Ед/л	норма	244 ↑ (124–528)	276 ↑ (121–509)	249 ↑ (175–352)	норма	норма	норма	норма
КФК/АсАТ	9–13	норма	11,5 ↓ (7,85–16,2)	11,7 ↓ (8,83–17,4)	8,78 ↓ (6,33–11,9)	норма	6,50 ↓ (4,58–9,00)	5,98 ↓ (3,83–9,12)	6,61 ↓ (5,13–7,65)

Таблица 4

Квартильные интервалы спортсменов, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в зависимости от вида спорта

Показатели	Референтные значения	Квартильные интервалы в зависимости от вида спорта					
		Юноши			Девушки		
		ЦВС	СпЕ	СпИ	ЦВС	СпЕ	СпИ
Возрастная группа 12–15							
Мочевина, ммоль/л	юноши – 3,8–7,3 ммоль/л девушки – 2,2–6,7	норма	норма	норма	норма	3,80↓ (3,30–4,50)	3,70↓ (3,10–4,40)
ХС ЛПНП, ммоль/л	<2,59 ммоль/л – норма	2,03↓ (1,75–2,49)	2,23↓ (1,57–2,63)	2,43↓ (1,82–2,83)	2,26↓ (1,99–2,62)	2,66↓ (1,72–3,16)	2,64↓ (2,25–3,15)
ЩФ, Ед/л	юноши – до 390 Ед/л девушки – до 187 Ед/л	норма	норма	норма	222 (99–355)	236 (276–494)	норма
α-амилаза, Ед/л	28–100 Ед/л	норма	норма	117↑ (86,4–161)	норма	125↑ (81,6–178)	норма
КФК, Ед/л	25–200 Ед/л	237↑ (162–423)	267↑ (175–467)	242↑ (182–384)	норма	норма	норма
АсАТ/АлАТ	1,33 (0,91–1,75)	1,62↑ (1,31–1,96)	1,56↑ (1,34–1,94)	1,94↑ (1,48–2,29)	1,78↑ (1,37–1,94)	1,63↑ (1,44–1,82)	1,76↑ (1,39–1,99)
КФК/АсАТ	9–13	8,71↓ (6,07–12,4)	8,21↓ (6,19–11,6)	7,89↓ (5,42–12,5)	5,82↓ (4,47–8,97)	7,29↓ (5,97–13,8)	5,92↓ (4,88–7,98)
Возрастная группа 16–18 лет							
ХС ЛПНП, ммоль/л	<2,59 ммоль/л – норма	2,30↓ (1,94–2,65)	2,20↓ (1,82–2,57)	2,15↓ (1,72–2,50)	2,10↓ (1,98–2,60)	1,74↓ (1,40–1,92)	3,10 (2,02–3,45)
АсАТ, Ед/л	юноши – до 35 Ед/л девушки – до 27 Ед/л	норма	норма	37,3↑ (27,1–46,8)	25,4 (20,1–31,3)	38,2 (29,7–43,7) ↑	29,3↑ (25,7–32,4)
ЩФ, Ед/л	юноши – до 390 Ед/л девушки – до 187 Ед/л	норма	норма	норма	норма	278 (130–298) ↑	203 (160–222) ↑
КФК	25–200 Ед/л	293 ↑ (183–472) ↓	213 ↑ (124–396)	304↑ (231–530) ↓	норма	223↑ (198–397)	норма
АсАТ/АлАТ	0,91–1,75	норма	норма	норма	норма	норма	1,77 (1,59–1,92) ↑

В табл. 4 представлены квартильные интервалы спортсменов, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в зависимости от вида спорта. У спортсменов обоего пола возрастной группы 12–15 лет обнаружены однотипные изменения медиан при занятиях 3 видами спорта: снижение медиан ХС ЛПНП (при выходе верхней границы установленного оптимального интервала за значение нормы), биохимического коэффициента КФК/АсАТ и повышение значений медиан биохимического коэффициента АсАТ/АлАТ. Кроме того, в группе спортсменов этого возрастного периода умеренно повышена величина медианы активности КФК, а также медиана α -амилазы при занятиях спортивными играми у юношей и спортивными единоборствами у девушек. В группе подростков женского пола занятия единоборствами и спортивными играми снизили медиану референтных значений мочевины при сужении установленного интервала.

У спортсменов возрастной группы позднего пубертатного периода было выявлено снижение величин медиан ХС ЛПНП при всех видах спорта, за исключением спортивных игр у девушек. При занятиях спортивными играми у девушек обнаружено повышение медианы биохимического коэффициента АсАТ/АлАТ. Кроме того, в области верхней границы нормы оказались медианы активности АсАТ у юношей при занятиях спортивными играми, а у девушек – спортивными играми и единоборствами. Медианы активности щелочной фосфатазы также наблюдались в области верхней границы нормы у девушек при занятии спортивными единоборствами и спортивными играми. Медианы активности КФК превысили верхнюю границу нормы у юношей группы 16–18 лет при занятии циклическими видами спорта и спортивными играми.

Результаты проведенного исследования могут быть основой для формирования референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов пубертатного возраста.

Исследование подтверждает основные теоретические и практические выводы, полученные в результате синхронного девятилетнего исследования, посвященного выяснению вопроса, как непрерывные физические упражнения влияют на базальные значения биохимических и гематологических показателей у элитных спортсменов. Всего было проанализировано 14 010 образцов крови (мужчин 8452 и женщин 5558 человек с марта 2011 года по март 2020 года), полученных от 3588 элитных спортсменов (мужчин 2258 и женщин 1330 в возрастной группе 20–30) [9]. Как и у подростков-спортсменов, были выявлены существенные различия в референтных интервалах как по активности креатинфосфокиназы, аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, содержанию мочевины, креатинина, общего билирубина по сравнению с данными референтных значений нормы контрольной популяции, так и увеличению ширины этих интервалов по сравнению референтными значениями. Однако другие показатели продемонстрировали более узкие референтные интервалы (глюкоза, общий белок, альбумин и др.). Авторы этой фундаментальной разработки утверждают, что значения биохимических показателей, выходящие за пределы референтных значений нормы и расширение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов, являются признаками развития возможных патологий. В то же время сужение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов в пределах референтных значений нормы может свидетельствовать о развитии адаптационных процессов.

Заключение. В исследовании рассмотрены три аспекта проблемы влияния спорта на состояние обмена веществ у спортсменов пубертатного возраста: 1) данные о референтных интервалах биохимических показателей сыворотки крови подростков 12–15 лет и 16–18 лет обоего пола, занимающихся постоянными спортивными физическими нагрузками независимо от достигнутой спортивной квалификации и вида спорта; 2) данные о референтных интервалах, отличающихся от референтных границ нормы у подростков в процессе преодоления нормативов спортивных квалификаций: юношеские разряды – взрослые разряды – кандидат в мастера спорта – мастер спорта; 3) референтные интервалы спортсменов, отличающиеся от референтных границ нормы у подростков в зависимости от вида спорта (циклические виды спорта, единоборства и спортивные игры). Полученные изменения не являются критичными для состояния обмена веществ юных спортсменов. Сделан вывод, что значения биохимических показателей, выходящие за пределы референтных значений нормы, а также расширение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов представляют собой признаки развития возможных патологий. В то же время сужение референтных интервалов биохимических показателей у спортсменов в пределах референтных значений нормы возможно свидетельствует о развитии адаптационных процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евгина, С.А. Современные теория и практика референтных интервалов / С.А. Евгина, Л.И. Савельев // Лабораторная служба. – 2019. – № 8(2). – С. 36–44.
2. Katayev, A. Establishing reference intervals for clinical laboratory test results. Is there a better way? / A. Katayev [et al.] // Am. J. Clin. Pathol. – 2010. – № 133. – Р. 180–186.
3. Boyd, J.C. Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline–Third Edition / J.C. Boyd // Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Defining, establishing, and verifying reference intervals in the clinical laboratory; Approved guideline, CLSI document C28-A3. – 2010. – Vol. 28, № 3.
4. Гришина, Ж.В. Расчет референтных интервалов для показателей крови у детей и подростков: обзор проектов / Ж.В. Гришина [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2023. – Т. 25(1). – С. 4–11.
5. Гришина, Ж.В. Референсные интервалы биохимических показателей крови и юных спортсменов / Ж.В. Гришина [и др.] // Вопросы практической педиатрии. – 2022. – Т. 17(1). – С. 71–78.
6. Гилеп, И.Л. Определение референтных интервалов биохимических показателей крови с учетом вида спорта при выполнении тренировочных нагрузок различной направленности / И.Л. Гилеп [и др.] // Прикладная спортивная наука. – 2021. – № 1(13). – С. 28–36.
7. Степанова, Н.А. Антропометрические и биохимические показатели спортсменов пубертатного возраста: монография / Н.А. Степанова, М.С. Алтани, А.А. Чиркина, А.А. Чиркин; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – 112 с.
8. Ozarda, Y. Verification of reference intervals in routine clinical laboratories: practical challenges and recommendations / Y. Ozarda, V. Higgins, K. Adeli // CCLM. – 2018. – Vol. 57, № 1. – P. 30–37.
9. Díaz Martínez, A.E. Basal values of biochemical and hematological parameters in elite athletes / A.E. Díaz Martínez, M.J. Alcaide Martín, M. González-Gross // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 5. – № 3059. DOI: 10.3390/ijerph19053059.

REFERENCES

1. Yevgina S.A., Savelyev L.I. *Laboratornaya sluzhba* [Laboratory Work], 2019, 8(2), pp. 36–44.
2. Katayev, A. Establishing reference intervals for clinical laboratory test results. Is there a better way? / A. Katayev [et al.] // Am. J. Clin. Pathol. – 2010. – № 133. – R. 180–186.
3. Boyd, J.C. Defining, Establishing, and Verifying Reference Intervals in the Clinical Laboratory; Approved Guideline–Third Edition / J.C. Boyd // Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). Defining, establishing, and verifying reference intervals in the clinical laboratory; Approved guideline, CLSI document C28-A3. – 2010. – Vol. 28, № 3.
4. Grishina Zh.V. *Meditsina ekstremalnykh situatsiy* [Medicine of Emergencies], 2023, 25(1), pp. 4–11.
5. Grishina Zh.V. *Voprosy prakticheskoy pediatrii* [Issues of Practical Pediatrics], 2022, 17(1), pp. 71–78.
6. Gilep I.L. *Prikladnaya sportivnaya nauka* [Applied Sport Science], 2021, 1(13), pp. 28–36.
7. Stepanova N.A., Altani M.S., Chirkina A.A., Chirkin A.A. *Antropometricheskiye i biokhimicheskiye pokazateli sportsmenov pubertatnogo vozrasta: monografiya* [Anthropometric and Biochemical Parameters of Puberty Athletes: Monograph], Cheboksary: ID “Sreda”, 2020, 112 p.
8. Ozarda, Y. Verification of reference intervals in routine clinical laboratories: practical challenges and recommendations // Y. Ozarda, V. Higgins, K. Adeli // CCLM. – 2018. – Vol. 57, № 1. – P. 30–37.
9. Díaz Martínez, A.E. Basal values of biochemical and hematological parameters in elite athletes / A.E. Díaz Martínez, M.J. Alcaide Martín, M. González-Gross // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2022. – Vol. 19, № 5. – № 3059. DOI: 10.3390/ijerph19053059.

Поступила в редакцию 15.12.2023

Адрес для корреспонденции: e-mail: chir@tut.by – Чиркин А.А.