

## БІЯХІМІЧНЫЯ ПРЫКМЕТЫ ВЫГАРАННЯ Ё СПАРТСМЕНАЎ У ПУБЕРТАТНЫМ ПЕРЫЯДЗЕ ЖЫЦЦЯ

А.А. Чыркін\*, Н.А. Сцяпанавы\*, Г.А. Чыркіна\*, М.А. Сулеман\*, Т.А. Талкачова\*,  
Г.К. Семьянкова\*, А.Г. Цецераў\*\*, Н.М. Гаршкова\*\*\*, А.А. Марчанка\*\*\*\*

\*Установа адукацыі “Віцебскі дзяржаўны ўніверсітэт імя П.М. Машэрава”

\*\*Установа аховы здароўя “Віцебскі абласны дыягнастычны цэнтр”

\*\*\*Установа аховы здароўя “Віцебскі абласны дыспансер спартыўнай медыцыны”

\*\*\*\*Санаторый “Чыгуначнік”

Вывучэнне ўзроставых асаблівасцяў абмену рэчываў з’яўляецца актуальнай задачай з-за тэндэнцыі да зніжэння ўзросту пачатку заняткаў сістэматычнымі фізічнымі практыкаваннямі для больш хуткага дасягнення поспеху ў спорце.

Мэта даследавання – аналіз біяхімічных паказчыкаў стану абмену рэчываў у спартсменаў у пубертатным перыядзе жыцця з выкарыстаннем традыцыйных лабараторных тэстаў для рэгістрацыі элементаў спартыўнага выгарання.

**Матэрыял і метады.** Створана і прааналізавана персаніфікаваная база дадзеных, якая ўключае ўзрост, пол, індэкс масы цела, спартыўную кваліфікацыю і 24 біяхімічныя маркеры сывараткі крыві 1064 падлеткаў, узрост якіх 12–18 гадоў.

**Вынікі і іх абмеркаванне.** Ва ўзроставай групе 12–15 гадоў у спартсменаў двух полаў пры дасягненні кваліфікацыі кандыдатаў у майстры спорту выяўлены біяхімічныя прыкметы выгарання, звязаныя з парушэннем паслядоўнай дынамікі наступных паказчыкаў пры пераадоленні трох узроўняў спартыўнага майстэрства: у падлеткаў-спартсменаў – утрыманне альбуміну, глабулінаў, кальцыю, актыўнасці альфа-амілазы і велічыні каэфіцыента КФК/АсАТ; у падлеткаў-спартсменаў – утрыманне глюкозы, мачавіны, трыгліцэрыдаў, альбуміну і актыўнасці АлАТ і АсАТ. Ва ўзроставай групе 16–18 гадоў біяхімічных прыкмет спартыўнага выгарання не выяўлена.

**Заклучэнне.** Пералічаныя вышэй змены біяхімічных маркераў могуць быць выкарыстаны для выяўлення парушэння абмену рэчываў у арганізме спартсменаў на этапах пубертатнага перыяду жыцця.

**Ключавыя словы:** пубертатны перыяд, біямаркеры, спорт, абмен рэчываў, выгаранне.

## BIOCHEMICAL INDICATORS OF SPORTSMEN BURNOUT IN PUBERTY

A.A. Chyrkin\*, N.A. Stsiapanava\*, G.A. Chyrkina\*, M.A. Suleman\*, T.A. Talkachova\*,  
G.K. Semiankova\*, A.G. Tsetserau\*\*, N.M. Garshkova\*\*\*, A.A. Marchanka\*\*\*\*

\*Education Establishment “Vitebsk State P.M. Masherov University”

\*\*Healthcare Establishment “Vitebsk Regional Diagnostic Center”

\*\*\*Healthcare Establishment “Vitebsk Regional Sports Medicine Dispensary”

\*\*\*\*Sanatorium “Chyhunachnik”

The study of the age-related characteristics of metabolism is an urgent task due to the tendency to reduce the age of the beginning of systematic physical exercises for faster achievement of success in sports.

The aim of the study was to analyze the biochemical indicators of the metabolic state of athletes in the pubertal period of life using traditional laboratory tests to register elements of sports burnout.

**Material and methods.** A non-personalized database was created and analyzed, which includes age, gender, body mass index, athletic qualifications and 24 biochemical markers of blood serum of 1064 twelve to eighteen year-old adolescents.

**Findings and their discussion.** In the 12–15 year-old age group athletes of both sexes, upon reaching the qualification of a candidate for master of sports, biochemical signs of burnout were revealed associated with a violation of the sequential dynamics of the following indicators when overcoming three levels of sports skill: the male adolescent athletes – the content of albumin, globulins, calcium, activity alpha-amylase and the value of the coefficient KFK/AsAT; the female adolescent athletes – the content of glucose, urea, triglycerides, albumin and the activity of AlAT and AsAT. In the age group of 16–18 year olds, no biochemical signs of sports burnout were found.

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

**Key words:** puberty, biomarkers, sports, metabolism, burnout.

**У** заяве Міжнароднага алімпійскага камітэта па спартыўным развіцці моладзі звернута ўвага на неабходнасць падтрымкі этычных прынцыпаў у выхаванні юных спартсменаў, правядзення лабараторных і палявых выпрабаванняў для аб'ектыўнай ацэнкі эфектыўнасці спартыўных заняткаў, а таксама ўліку рызыкі псіхалагічнага і спартыўнага выгарання [1]. У шматцэнтравым еўрапейскім даследаванні Helena-CSS (The Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence Cross-Sectional Study) пры абследаванні падлеткаў ва ўзросце 12,5–17,5 года ў гарадах дзевяці еўрапейскіх краін было выяўлена, што фізічная актыўнасць з'яўляецца найбольш значным спосабам абароны падлеткаў ад паталагічных змен абмену рэчываў і функцыянальнага стану арганізма [2].

Палавое выпяванне (пубертатны перыяд, пубертат) – працэс змен у арганізме падлетка, у выніку якіх ён становіцца дарослым і здольным да працягу роду. У гэтым перыядзе прырост масы цела ў падлеткаў мужчынскага полу складае ў сярэднім 35 кг, у падлеткаў жаночага полу – 25 кг; прырост даўжыні цела ў хлопцаў дасягае ў сярэднім 36 см, у дзяўчат – 24,5 см. Фізічныя практыкаванні паскараюць фарміраванне касцёва-мышачнай сістэмы і могуць спрыяць павелічэнню бястлушчавай масы цела. Лічаць, што к 12 гадам большасць дзяцей фізічна і кагнітыўна здольна рашаць складаныя задачы, якія ўзнікаюць падчас заняткаў рознымі відамі спорту і падчас удзелу ў спаборніцтвах [3; 4]. У цяперашні час вылучаюць наступныя найбольш верагодныя перыяды пубертату: у дзяўчынак – з 10–12 да 15–16 гадоў, у юнакоў – з 12–14 да 17–18 гадоў [5]. У працэсе палавога выпявання назіраюць паступовае павышэнне ў сываратцы крыві ўзроўню крэацініну, агульнага халестэрыну, халестэрыну ліпапратэінаў высокай шчыльнасці, трыгліцэрыдаў, мачавой кіслаты, мачавіны, білірубіну, а таксама зніжэнне актыўнасці шчолачнай фасфатазы, лактатдэгідрогеназы, аспартат-амінатрансферазы і ўзроўню кальцыю (пасля спынення росту) [6]. Падчас заняткаў спортам у пубертатным перыядзе адбываецца накладванне ўзроставых змен абмену рэчываў на змены метабалізму, выкліканыя рэгулярнымі інтэнсіўнымі фізічнымі і псіхалагічнымі нагрузкамі, што можа прыводзіць да з'яўлення спартыўнага выгарання. Знешняй праявай развіцця спартыўнага выгарання, на наш погляд, можа быць затрымка спартсмена на дасягнутым узроўні спартыўнай кваліфікацыі, паколькі для атрымання кожнай наступнай ступені варта пераадолюваць усё больш высокія яе крытэрыі, што патрабуе пэўнага балансу паміж працэсамі натуральнага росту і павышэння ступені трэніраванасці. Для бягучай ацэнкі стану здароўя ў спартсменаў рэкамендавана сем лабараторных панэляў, якія ўключаюць і руцінныя біяхімічныя паказчыкі здароўя, даступныя для лабараторнай службы на паліклінічным узроўні [7].

Мэта даследавання – аналіз біяхімічных паказчыкаў стану абмену рэчываў у спартсменаў у пубертатным перыядзе жыцця з выкарыстаннем традыцыйных лабараторных тэстаў для рэгістрацыі элементаў спартыўнага выгарання.

**Матэрыял і метады.** У адпаведнасці з адабрэннем этычнай камісіі Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя П.М. Машэрава (ЭК-20.1) была створана і прааналізавана неперсаніфікаваная база дадзеных, якая ўключае ўзрост, пол, індэкс масы цела, спартыўную кваліфікацыю і 24 біяхімічныя маркеры сывараткі крыві 1064 падлеткаў, узрост якіх 12–18 гадоў. Матэрыял збіраўся на працягу 2011–2019 гадоў пры абследаванні трох груп падлеткаў мужчынскага і жаночага полу (12–15 гадоў, 16–18 гадоў, 19–20 гадоў) згодна з праграмай мерапрыемстваў, прынятых у Віцебскім абласным дыспансэры спартыўнай медыцыны (Рэспубліка Беларусь). Усе абследаваныя асобы ўваходзілі ў арганізаваныя групы, яны ў прысутнасці трэнера і ўрача здавалі кроў добраахвотна. Даследаванне праводзілася ў адпаведнасці з Хельсінкскай дэкларацыяй Сусветнай медыцынскай асацыяцыі “Этычныя прынцыпы правядзення медыцынскіх даследаванняў з удзелам чалавека ў якасці суб'екта” (1964 г., са зменамі 1975–2008 гг.) з улікам міжнародных норм і стандартаў, а таксама Закона Рэспублікі Беларусь “Аб ахове здароўя” ад 18.06.1993 № 2435-XII, артыкул 46.

У кожнай групе вылучалі па 2 падгрупы: першая кантрольная падгрупа фарміравалася з асоб, якія прыступілі да заняткаў спортам, але не атрымалі спартыўнай кваліфікацыі; другая падгрупа ўключала асоб, што атрымалі спартыўную кваліфікацыю ў выніку сістэматычных спартыўных заняткаў. Такім чынам, крытэрыем уключэння ў кантрольную групу з'явіліся заняткі фізічнымі практыкаваннямі, якія пакуль не прывялі да прысуджэння спартыўнай кваліфікацыі. Гэты прынцып адбору зніжае ступень адрознення ў фізічнай актыўнасці абследаваных асоб выпадковай выбаркі, а таксама дазваляе сфарміраваць больш адэкватныя кантрольныя групы для параўнання з групамі спартсменаў. У базу былі ўведзены дадзеныя 363 падлеткаў жаночага полу (320 спартсменаў

і 43 падлеткі, якія склалі кантрольную групу) і 701 падлетка мужчынскага полу (576 спартсменаў і 125 прадстаўнікоў кантрольнай групы).

У артыкуле выкарыстана прынятая ў Рэспубліцы Беларусь класіфікацыя спартыўных кваліфікацый. Біяхімічныя даследаванні сывараткі крыві падлеткаў ажыццяўляліся на базе сертыфікаванай лабараторыі Віцебскага абласнога дыягнастычнага цэнтра па метадах, апісаных раней [8]. Утрыманне глюкозы, мачавіны, агульнага халестэролу (АХС), халестэролу ліпапратэінаў высокай шчыльнасці (ХС ЛПВШ), трыгліцэрыдаў, ліпапратэінаў нізкай шчыльнасці (ЛПНШ), кальцыю, калію выражалі ў ммоль/л; утрыманне мачавой кіслаты, крэацініну, агульнага білірубіну, прамога білірубіну, жалеза, агульнай жалезазвязваючай здольнасці сывараткі (АЖЗС) выражалі ў мкмоль/л; утрыманне агульнага бялку, альбуміну і глабулінаў выражалі ў г/л; актыўнасць аланін-амінатрансферазы (АлАТ), аспартат-амінатрансферазы (АсАТ), шчолачнай фасфатазы (ШчФ), крэацінфасфакіназы (КФК), альфа-амілазы, гама-глутамілтрансферазы (ГГТ) выражалі ў МЕ/л; індэкс атэрагенных (АХС-ХС ЛПВШ/ХС ЛПВШ) і каэфіцыенты альбумін/глабуліну (А/Г), АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, глюкоза/АХС (Глю/АХС), глюкоза/ХС ЛПВШ (Глю/ХС ЛПВШ), КФК/ШчФ, глюкоза/ЛПНШ (Глю/ЛПНШ) выражалі ва ўмоўных адзінках, паколькі ў лічніку і назоўніку адносіні былі аднолькавыя памернасці (г/л, МЕ/л, ммоль/л).

Статыстычную апрацоўку лічбавага матэрыялу ажыццяўлялі метадамі непараметрычнай статыстыкі (Statistica 10.0, StatSoftinc.). Шматлікае параўнанне груп выконвалася пры дапамозе крытэрыю Краскела–Уоліса. Калі гэты крытэрыў паказваў, што існуюць адрозненні паміж групамі, то выконвалася папарнае параўнанне груп з дапамогай U-крытэрыю Мана–Уітні. Адрозненні прымаліся статыстычна значымі пры  $p < 0,05$ , пры папарным параўнанні ўлічвалася папраўка Банфероні ( $p < 0,01, 0,001$ ). Вынікі прадстаўлены ў табл. 1–2 у выглядзе медыяны і працэнталяў (Ме (25–75%)).

**Вынікі і іх абмеркаванне.** У табл. 1 прадстаўлены біяхімічныя паказчыкі здароўя спартсменаў мужчынскага полу пубертатнага ўзросту ў залежнасці ад спартыўнага майстэрства, г.зн. пры наяўнасці спартыўных кваліфікацый 1–3 разрадаў дарослых, кандыдата ў майстры спорту і майстра спорту. У падлеткаў-спартсменаў ва ўзросце 12–15 гадоў не змяняліся ў параўнанні з кантролем ўтрыманне глюкозы, мачавой кіслаты, агульнага бялку, АХС, ЛПНШ, актыўнасці АлАТ, ШчФ, ГГТ і велічыня каэфіцыента Глю/ХС ЛПВШ. З аналізу дадзеных табл. 1 вынікае, што ва ўзроставым перыядзе 12–15 гадоў ва ўсіх падлеткаў мужчынскага полу незалежна ад ступені спартыўнай кваліфікацыі быў павышаны ў параўнанні з кантролем узровень мачавіны і зніжаны значэнні АЖЗС.

Пры наяўнасці спартыўных разрадаў дарослых у падлеткаў аказаліся павышанымі шэсць паказчыкаў (ІМЦ, утрыманне глабулінаў, трыгліцэрыдаў, актыўнасць альфа-амілазы, велічыні адносіні АсАТ/АлАТ і Глю/ЛПНШ) і зніжаны чатыры паказчыкі (утрыманне альбуміну, кальцыю і велічыні адносіні А/Г і КФК/АсАТ).

Пры наяўнасці кваліфікацыі кандыдата ў майстры спорту ў падлеткаў знойдзена толькі павышэнне велічынь ІМЦ, утрымання мачавіны і велічыні каэфіцыента Глю/ЛПНШ на фоне зніжэння значэнняў АЖЗС.

Сістэматычная нагрузка на арганізм падлеткаў, якая прывяла да атрымання звання майстра спорту, суправаджалася біяхімічнымі зменамі, больш блізкімі да змен пры атрыманні спартыўных разрадаў дарослых: супалі змены ўтрымання мачавіны, глабулінаў, трыгліцэрыдаў, кальцыю, а таксама актыўнасці альфа-амілазы, велічыні АЖЗС і велічыні каэфіцыента А/Г. У падлеткаў-майстроў спорту дадаткова былі зніжаны ўтрыманне білірубіну і велічыня адносіні Глю/АХС.

На этапе завяршэння пубертатнага ўзросту (16–18 гадоў) у юнакоў-спартсменаў не змяняліся велічыня ІМЦ, утрыманне глюкозы, агульнага бялку, альбуміну, глабулінаў, ХС ЛПВШ, трыгліцэрыдаў, кальцыю, значэнне АЖЗС, актыўнасць ГГТ, велічыні каэфіцыентаў АсАТ/АлАТ і Глю/АХС.

Завяршаючы раздзел пра біяхімічныя паказчыкі здароўя ў спартсменаў у пубертатным перыядзе, прывядзём дадзеныя пра залежнасць іх ад узроўню спартыўнага майстэрства ў спартсменаў-мужчын ва ўзросце 19–20 гадоў. Устаноўлена, што ў гэтых спартсменаў у параўнанні з кантролем незалежна ад узроўню спартыўнай кваліфікацыі зніжаны актыўнасць КФК і велічыні каэфіцыента КФК/АсАТ. Спецыфічнымі з'яўляюцца змены для трох узроўняў спартыўнай кваліфікацыі: першы–трэці спартыўныя разрады дарослых – зніжэнне ўтрымання АХС і калію; кандыдат у майстры спорту – зніжэнне ўтрымання АХС і актыўнасці АлАТ; майстар спорту – зніжэнне ІМЦ, актыўнасці АсАТ і велічыні каэфіцыента КФК/ШчФ, павышэнне ўзроўню сываратачнага жалеза.

**Залежнасть біяхімічних показчыкаў сывараткі крыві  
спартсменаў мужчынскага полу ад спартыўнага майстэрства**

Паказчыкі	Узроставая група 12–15 гадоў			
	Кантроль (76)	Разрады дарослых (134)	КМС (34)	МС (11)
ІМЦ	19,7 (18,5–20,9)	20,5* (19,0–21,7)	21,8* (19,3–24,0)	20,7 (19,8–23,6)
Мачавіна	4,10 (3,60–4,79)	4,60* (3,70–5,20)	5,25* (4,30–6,19)	5,05* (4,28–5,75)
Білірубін	13,4 (11,3–16,6)	13,4 (10,8–17,8)	14,8 (10,8–23,7)	11,3* (10,6–13,8)
Альбумін	44,0 (41,0–45,0)	41,0* (38,0–44,0)	43,0 (41,0–45,0)	40,0 (40,0–43,0)
Глабуліны	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)
Альфа-амілаза	58,0 (43,0–78,0)	89,5* (51,7–130)	54,0 (41,0–64,0)	141* (102–146)
Кальцый	2,50 (2,30–2,56)	2,34* (2,24–2,44)	2,39 (2,27–2,52)	2,33* (2,29–2,36)
АЖЭС	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/АХС	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/ЛПНШ	1,86 (1,60–2,30)	2,23* (1,84–2,85)	2,19* (2,01–2,91)	1,63 (1,38–1,98)
Узроставая група 16–18 гадоў				
Паказчыкі	Разрады дарослых (194)			
	Кантроль (49)	КМС (123)	МС (36)	
Мачавіна	4,60 (3,90–5,59)	5,00 (4,10–5,89)	5,15* (4,25–6,10)	5,28* (4,50–5,92)
Мачавая кіслата	270 (250–310)	310* (270–360)	290 (260–330)	330* (300–363)
АХС	3,90 (3,50–4,30)	3,71 (3,40–4,30)	4,00 (3,60–4,50)	4,20* (3,65–4,7)
ЛПНШ	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)
ШцФ	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)
Жалеаза	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/ЛПВШ	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/ШцФ	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/ЛПНШ	2,53 (2,05–2,89)	2,31 (1,92–2,96)	2,00* (1,68–2,43)	1,82* (1,59–2,22)

Зайвага: КМС – кандыдат у майстры спорту; МС – майстар спорту; у дужках – колькасць абследаваных.

Таблиця 2

Залежність біохімічних показників сыворотки крові  
спартистської жіночаго полу ад спартыўнага майстэрства

Паказчыкі	Узроставая група 12–15 гадоў			
	Кантроль (34)	Разрады дарослых (54)	КМС (30)	МС (12)
ІМЦ	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)
Мачавіна	4,68 (3,49–5,21)	4,00 (3,34–4,62)	4,80 (3,80–5,69)	3,50* (2,95–4,27)
Альбумін	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 ЛПВШ	1,43 (1,40–1,62)	1,46 (1,30–1,60)	1,36 (1,16–1,59)	1,23* (1,10–1,32)
ІА	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)
ЛПНШ	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)
ШчФ	202 (150–396)	260 (144–384)	115* (92,8–209)	128* (77,9–216)
АЖЗС	60,0 (51,2–64,7)	53,0* (48,0–56,0)	57,0 (51,5–60,5)	–
КФК/ШчФ	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/ЛПНШ	1,70 (1,50–1,88)	2,09* (1,70–2,55)	2,27* (2,12–2,48)	1,86 (1,77–2,35)
Узроставая група 16–18 гадоў				
Паказчыкі	Разрады дарослых (38)			
	Кантроль (9)	КМС (52)	МС (31)	
Білірубін	11,8 (10,6–13,0)	14,8* (11,6–21,8)	16,9* (10,9–21,1)	
АХС	5,04 (5,00–5,30)	4,07* (3,80–4,58)	4,10* (3,68–4,60)	
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)
ЛПНШ	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)
ШчФ	84,8 (66,5–102)	160* (99,0–219)	104 (79,4–215)	98,7 (81,1–148)
Глю/АХС	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/ЛПНШ	1,49 (1,30–1,80)	1,92* (1,67–2,15)	1,97* (1,80–2,43)	1,96* (1,47–2,33)

Заўвага: КМС – кандыдат майстры спорту; МС – майстар спорту; у дужках – колькасць абследаваных.

Такім чынам, у падлеткаў-спартсменаў значныя па інтэнсіўнасці і складанасці фізічныя нагрузкі даюць два блізкія кластары змененых біяхімічных паказчыкаў – пры дасягненні спартыўнай кваліфікацыі дарослых разрадаў і пры дасягненні кваліфікацыі майстра спорту. Колькасны аналіз ста- тыстычна правяраных адрозненняў паказаў, што ў спартсменаў ва ўзроставай групе 12–15 гадоў пры атрымання дарослага разрада зменена 12 маркераў, кандыдата ў майстры спорту – 4 маркеры, май- стра спорту – 10 маркераў. Ва ўзроставай групе 16–18 гадоў пры атрымання дарослага разрада зме- нена 8 маркераў, кандыдата ў майстры спорту – 10 маркераў, майстра спорту – 12 маркераў.

Можна меркаваць, што ў спартсменаў 12–15 гадоў з’яўляецца магчымым спартыўнае выгаранне, якое не дазваляе пераадолець планку майстра спорту з-за адсутнасці змен у працэсах, звязаных з павышэннем колькасці глабулінаў, трыгліцэрыдаў, актыўнасці альфа-амілазы, а таксама са зніжэн- нем узроўню кальцыю і альбумін-глабулінавых суадносін. Ва ўзроставай групе 16–18 гадоў пры дасягненні ўсіх спартыўных кваліфікацый аднолькава змяняюцца індэкс масы цела, актыўнасць АлАТ, АсАТ, ШчФ, КФК, утрыманне сываратчнага жалеза і велічыня каэфіцыента КФК/АсАТ.

У табл. 2 прадстаўлены біяхімічныя паказчыкі здароўя спартсменаў пубертатнага ўзросту ў залеж- насці ад спартыўнага майстэрства. З аналізу дадзенай табліцы вынікае, што ў спартсменаў ва ўзроста- вай групе 12–15 гадоў на ўсіх трох узроўнях спартыўнай кваліфікацыі не змяняліся 16 паказчыкаў: ут- рыманне білірубін, мачавой кіслаты, агульнага бялку, глабулінаў, АХС, кальцыю, калію, жалеза; ак- тыўнасць КФК, альфа-амілазы, ГГТ; велічыні каэфіцыентаў А/Г, АсАТ/АлАТ, КФК/АсАТ, Глю/АХС і Глю/ХС ЛПВШ. У падлеткаў-спартсменаў быў павышаны паказчык ІМЦ, што звязана з паскораным дзеяннем пастаянных фізічных нагрузак на працэс саматычнага развіцця.

Як і ў спартсменаў-падлеткаў мужчынскага полу, у спартсменаў у гэтым узроставым перыядзе супадалі змены некаторых біяхімічных паказчыкаў у групах дарослых спартыўных разрадаў і май- строў спорту: у параўнанні з кантролем зніжана ўтрыманне глюкозы і альбуміну, а таксама павышана актыўнасць АлАТ і АсАТ.

У падлеткаў-спартсменаў, якія атрымалі кваліфікацыю дарослых спартыўных разрадаў, зніжаны таксама індэкс атэрагеннасці, утрыманне трыгліцэрыдаў і ЛПНШ, узровень АЖЗС, павышана значэнне каэфіцыента Глю/ЛПНШ.

У дзяўчынаў майстроў спорту дадаткова зніжана ўтрыманне мачавіны, ХС ЛПВШ і актыўнасць ШчФ пры павышэнні велічыні каэфіцыента КФК/ШчФ.

На этапе завяршэння пубертатнага ўзросту (16–18 гадоў) у дзяўчат-спартсменаў не змяняліся ў параўнанні з кантролем 22 паказчыкі.

У дзяўчат-спартсменаў на ўсіх трох узроўнях спартыўнай кваліфікацыі выяўлена павышэнне актыўнасці АсАТ і велічынь каэфіцыентаў Глю/АХС і Глю/ЛПНШ. Дадаткова да гэтых агульных змен у спартсменаў з кваліфікацыяй разрадаў дарослых павышана актыўнасць ШчФ і зніжана ўтрыманне АХС і ЛПНШ; у спартс- менаў з кваліфікацыяй кандыдата ў майстры спорту павышана ўтрыманне білірубін і зніжана ўтрыманне АХС і ЛПНШ; у спартсменаў з кваліфікацыяй майстра спорту павышана ўтрыманне білірубін і зніжана ўтрыманне трыгліцэрыдаў. Атрыманыя дадзеныя сведчаць пра тое, што сістэматычныя заняткі спортам у дзяўчат звязаны з некаторай напружанасцю транспарту ліпідаў (магчыма, з адцягненнем АХС на сінтэз палавых гармонаў), а таксама залішняй нагрузкай на касцёва-мышачную сістэму.

Пасля завяршэння працэсу палавога выспявання ва ўзросце 19–20 гадоў у спартсменаў з кваліфікацыяй кандыдата ў майстры спорту адзначаюцца павышэнне ўтрымання білірубін і зніжэнне ўтрымання трыгліцэрыдаў, а ў спартсменаў з кваліфікацыяй майстра спорту нязначна павы- шана толькі ўтрыманне білірубін. Колькасны аналіз ста- тыстычна правяраных адрозненняў паказаў, што ў спартсменаў ва ўзроставай групе 12–15 гадоў пры атрымання разрадаў дарослых зменена 10 маркераў, кандыдата ў майстры спорту – 3 маркеры, майстра спорту – 8 маркераў.

Ва ўзроставай групе 16–18 гадоў пры атрымання разрадаў дарослых зменена 6 маркераў, канды- дата ў майстры спорту – 7 маркераў, майстра спорту – 5 маркераў. Такім чынам, як і ў падлеткаў- спартсменаў, так і ў падлеткаў-спартсменаў 12–15 гадоў магчымы з’явы спартыўнага выгарання, якія не дазваляюць пераадолець планку майстра спорту з-за адсутнасці змен біяхімічных працэсаў, звяза- ных з утрыманнем глюкозы, альбумінаў, актыўнасці АлАТ і АсАТ, зніжэннем колькасці ЛПНШ і павышэннем каэфіцыента глюкоза/ЛПНШ.

Магчымасць ацэнкі асаблівасцяў абмену рэчываў даступнымі метадамі клінічнай біяхіміі застаецца актуальнай, паколькі фізічныя практыкаванні з’яўляюцца стрэсам, які выклікае розныя псіхафізіялагічныя рэакцыі, звязаныя з клетачнай адаптацыяй у многіх органах і сістэмах. Для таго, каб

максімальная павялічыць гэты адаптыўны адказ, трэнеры і навукоўцы павінны пастаянна кантраляваць напружанасць, прыкладзеную на спартсмена на індывідуальным узроўні, выкарыстоўваючы спецыяльныя базы дадзеных па біяхіміі спорту [9].

Вядома, што хранічны стрэс звязаны з развіццём з'явы псіхалагічнага і метабалічнага выгарання. Паводле міжнародных класіфікацый хвароб, сіндром эмацыйнага выгарання (burnout) у МКБ-10 мае код Z73.0, а ў МКБ-11 код QD85 з аднолькавай назвай "ператамленне". Сіндром праяўляецца ў абыякавасці да сваёй працы, негатывізме і цынізме да тых, хто побач, адчуванні ўласнай прафесійнай недастатковасці, незадаволенасці вынікамі выкананай працы, што прыводзіць да з'яўлення дэперсаналізацыі і пагаршэння якасці жыцця. Відавочна, што ў пубертатным узросце развіццё такога сіндрому з'яўляецца недапушчальным у сувязі з фізічным і псіхалагічным фарміраваннем асобы і, у прыватнасці, спартсмена высокага класа.

Развіццю гэтага стану спрыяе неабходнасць працы ў аднастайным і напружаным рытме, з эмацыйнай нагрузкай пры ўзаемадзеянні з патэнцыяльнымі канкурэнтамі. Да выгарання вядзе таксама адсутнасць належнага ўзнагароджання двух тыпаў: экзагеннага ў выглядзе адабрэння і ўказання на прагрэс ад трэнера, іншых спецыялістаў, сяброў, а таксама эндагеннага псіхалагічнага (радасць ад дасягнутага выніку) і біяхімічнага (адэкватная рэакцыя на поспех малекулярных сістэм зааховання – эндарфінаў, энкефалінаў, сератаніну і інш.). Абодва тыпы адабрэння прымушаюць падлетка думаць, што яго работа выканана эфектыўна.

Асаблівую ролю адыгрываюць эпідэгенетычныя механізмы хранічнага стрэсу, якія рэгулююць экспрэсію генаў адпаведных звёнаў сератанінэргічнай сістэмы ў развіцці дэпрэсіўных станаў (напрыклад, сератанінавыя транспарцёры 5-HT1A і 5-HT2A, рэцэптары клетак кары галаўнога мозга) [10; 11]. Верагодна, гэтыя механізмы ляжаць у аснове затрымкі спартыўнага развіцця спартсменаў мужчынскага і жаночага полу ва ўзросце 12–15 гадоў на ўзроўні кваліфікацыі кандыдата ў майстры спорту. Неабходных змен абмену рэчываў у гэтых падлеткаў не адбываецца, і спартсмены не пераадоўваюць планкі, неабходнай для кваліфікацыі майстра спорту. Гэта і з'яўляецца верагоднай прычынай развіцця спартыўнага выгарання.

Пры развіцці выгарання варта не дапусціць узнікнення трох стандартных сімптомаў: знясілення, цынізму і неэфектыўнасці. Для прафілактыкі выгарання рэкамендуецца выкарыстоўваць копінг-стратэгіі (дзеянсць чалавека, накіраваная на тое, каб пераадолець стрэс), аўтагенныя трэніроўкі, цялесна-арыентаваную тэрапію, музыкатэрапію, прыродныя і прэфарміраваныя фактары санаторнай рэабілітацыі. М.А. Фудзін і яго супаўтары з мэтай актывізацыі ГАМК-дапамінэргічнай сістэмы адаптацыі прапануюць дапаўняць базісную псіхатэрапію псіхаэмацыйнага стрэсу ў спартсменаў транскраніяльнай электрастымуляцыяй і лазерафарэзам сератаніну [12].

Асаблівую ролю ў пубертатным перыядзе могуць мець дзве групы мерапрыемстваў супраць дэпрэсіі, якая суправаджае выгаранне: 1) мерапрыемствы, што нармалізуюць уплыў на вось мозг-кішэчнік (узбагачэнне ежы прабіётыкамі, амега-3 тлустымі кіслотамі, садавіной, гароднінай, вітамінамі С, В6, D і інш.); 2) мерапрыемствы, якія запавольваюць запаленчыя працэсы ў кішэчніку і арганізме ў цэлым з мэтай захавання мікрабіёму арганізма [13].

**Заключэнне.** У артыкуле прыведзены дадзеныя аб зменах біяхімічных паказчыкаў на трох узроўнях спартыўнага майстэрства (першы–трэці разрады дарослых, кандыдат у майстры спорту, майстар спорту), якія дазволілі зрабіць наступныя высновы:

– ва ўзроставай групе 12–15 гадоў у спартсменаў выяўлена пяць варыянтаў змен: 1) павышэнне паказчыкаў у падлеткаў-спартсменаў мужчынскага і жаночага полу (ІМЦ, актыўнасць АсАТ, каэфіцыент Глю/ЛПНШ); 2) зніжэнне паказчыкаў у падлеткаў-спартсменаў мужчынскага і жаночага полу (АЖЗС); 3) павышэнне паказчыкаў у спартсменаў (утрыманне мачавіны і трыгліцэрыдаў, актыўнасць альфа-амілазы); 4) зніжэнне паказчыкаў у спартсменаў (утрыманне кальцыю, каэфіцыент А/Г); 5) зніжэнне паказчыкаў у спартсменаў (актыўнасць шчолачнай фасфатазы);

– ва ўзроставай групе 16–18 гадоў у спартсменаў таксама выяўлена пяць варыянтаў змен: 1) супрацьлеглыя па накіраванасці змены паказчыкаў у спартсменаў і спартсменаў (утрыманне ЛПНШ, актыўнасць АсАТ і каэфіцыент Глю/ЛПНШ); 2) павышэнне паказчыкаў у спартсменаў (утрыманне мачавіны, крэацініну, значэнне індэкса атэрагеннасці); 3) зніжэнне паказчыкаў у спартсменаў (актыўнасць АлАТ, шчолачнай фасфатазы, крэацінфасфакіназы, каэфіцыент КФК/АсАТ); 4) павышэнне паказчыкаў у спартсменаў (утрыманне агульнага білірубіну, каэфіцыент Глю/АХС); 5) зніжэнне паказчыкаў у спартсменаў (утрыманне АХС);

– ва ўзроставай групе 12–15 гадоў у спартсменаў мужчынскага і жаночага полу пры дасягненні кваліфікацыі кандыдатаў у майстры спорту выяўлены біяхімічныя прыкметы выгарання, звязаныя з парушэннем паслядоўнай дынамікі наступных паказчыкаў пры пераадоленні трох узроўняў спартыўнага майстэрства: у падлеткаў-спартсменаў – утрыманне альбуміну, глабулінаў, кальцыю, актыўнасці альфа-амілазы і велічыні каэфіцыента КФК/АсАТ; у падлеткаў-спартсменаў – утрыманне глюкозы, мачавіны, трыгліцэрыдаў, альбуміну і актыўнасці АЛАТ і АсАТ. Ва ўзроставай групе 16–18 гадоў біяхімічных прыкмет спартыўнага выгарання не выяўлена.

Пералічаныя вышэй змены біяхімічных маркераў могуць быць выкарыстаны для выяўлення парушэння абмену рэчываў у арганізме спартсменаў на этапах росту спартыўнага майстэрства ў пубертатным перыядзе жыцця.

## ЛІТАРАТУРА

- 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.
- 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, № 1. – P. 55–62.
- 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.
- 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.
- Negriff, S. Pubertal timing, depression, and externalizing problems: a framework, review, and examination of gender differences / S. Negriff, E.J. Susman // J. Res. Adolesc. – 2011. – Vol. 21, № 3. – P. 717–746.
- Adeli, K. 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 / K. Adeli [et al.] // Clinical Chemistry. – 2015. – Vol. 61, № 8. – P. 1049–1062.
- Lee, E.C. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes / E.C. Lee [et al.] // J. Strength Cond. Res. – 2017. – Vol. 31, № 10. – P. 2920–2937.
- Chirkin, A.A. Dependence of Health Biochemical Markers on Age and Gender during Sports in Puberty // A.A. Chirkin [et al.] // Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa. – 2019. – Vol. 8, № 3. – P. 420–429.
- Чиркин, А.А. Сравнение некоторых маркеров здоровья у спортсменов шести групп олимпийских видов спорта / А.А. Чиркин [и др.] // Новости медико-биологических наук. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 5–11.
- Gopaldas, M. Brain serotonin transporter binding, plasma arachidonic acid and depression severity: A positron emission tomography study of major depression / M. Gopaldas [et al.] // J. Affect Disord. – 2019. – Vol. 257. – P. 495–503.
- Underwood, M.D. Serotonin receptors and suicide, major depression, alcohol use disorder and reported early life adversity / M.D. Underwood [et al.] // Transl. Psychiatry. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 279–285.
- Фудин, Н.А. Транскраниальная электростимуляция и лазерофорез серотонина у спортсменов при сочетании утомления и психоэмоционального стресса / Н.А. Фудин, А.А. Хадарцев, С.В. Москвин // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2019. – № 1(96). – С. 37–42.
- McKean, J. Probiotics and subclinical psychological symptoms in healthy participants: a systematic review and meta-analysis / J. McKean [et al.] // Altern Complement Med. – 2017. – Vol. 23. – P. 249–258.

## REFERENCES

- 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.
- 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, No. 1. – P. 55–62.
- 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, No. 3. – P. 150–159.
- 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, No. 3. – P. 127–139.
- Negriff, S. Pubertal timing, depression, and externalizing problems: a framework, review, and examination of gender differences / S. Negriff, E.J. Susman // J. Res. Adolesc. – 2011. – Vol. 21, No. 3. – P. 717–746.
- Adeli, K. 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 / K. Adeli [et al.] // Clinical Chemistry. – 2015. – Vol. 61, No. 8. – P. 1049–1062.
- Lee, E.C. Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes / E.C. Lee [et al.] // J. Strength Cond. Res. – 2017. – Vol. 31, No. 10. – P. 2920–2937.
- Chirkin, A.A. Dependence of Health Biochemical Markers on Age and Gender during Sports in Puberty // A.A. Chirkin [et al.] // Laboratornaya diagnostika. Vostochnaya Evropa. – 2019. – Vol. 8, No. 3. – P. 420–429.
- Chirkin A.A. *Novosti mediko-biologicheskikh nauk* [News of Biomedical Sciences], 2019, 19(2), pp. 5–11.
- Gopaldas, M. Brain serotonin transporter binding, plasma arachidonic acid and depression severity: A positron emission tomography study of major depression / M. Gopaldas [et al.] // J. Affect Disord. – 2019. – Vol. 257. – P. 495–503.
- Underwood, M.D. Serotonin receptors and suicide, major depression, alcohol use disorder and reported early life adversity / M.D. Underwood [et al.] // Transl. Psychiatry. – 2018. – Vol. 8(1). – P. 279–285.
- Fudin N.A., Khadartsev A.A., Moskvina S.V. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebno-fizicheskoi kultury* [Issues of Balneology, Physiotherapy and Therapeutic Physical Training], 2019, 1(96), pp. 37–42.
- McKean, J. Probiotics and subclinical psychological symptoms in healthy participants: a systematic review and meta-analysis / J. McKean [et al.] // Altern Complement Med. – 2017. – Vol. 23. – P. 249–258.

Паступіў у рэдакцыю 03.11.2020

Адрас для карэспандэнцыі: e-mail: chir@tut.by – Чыркін А.А.