

culture at the University”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 12 (202), pp. 34–36.

2. Gorshkov, M. V. and Koldashov, A. I (2018), “The principle of system quantization in the preparation of biathletes at the preliminary stage”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 11 (165), pp. 64–68.

3. Koldashov, A.I., Knyazeva, Yu.S., Goryachkin, D.B., Goryachkina, V.V., Simakov, V.V. and Simakov, D.V. (2022), “Studying the level of preparedness of students on the basis of control standards”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 10 (212), pp. 187–190.

4. Karyakina, E.V. and Razova, E.V. (2016), “Pedagogical practice as an integrating factor in the professional training of students of the Faculty of Physical Culture”, *Topical issues of theory and practice of physical education and sports in general, additional and professional physical education*, Moscow, pp. 142–145.

5. Kryakina, E.V., Kulishenko, I.V. and Razova, E.V. (2020), “Formation of professional readiness of students of the Faculty of Physical Culture of Moscow State University (bachelor's level) to implement the competence "physical culture, sport and fitness" according to the standards of worldskills Russia”, *Integration of theory and practice in general, additional and professional physical education*, Moscow, pp. 120–125.

6. Chernova, E.A., Chibrikova, M.E., Chibrikov, E.A. and Yakushin S.A. (2019), “Playing sports produces positive qualities applicable in life”, *collection of selected articles based on the materials of scientific conferences of the Research Institute "National Development"*, Saint-Petersburg, pp. 204–207.

Контактная информация: Koldashov1963@mail.ru

Статья поступила в редакцию 23.11.2023

УДК 796.83:159.9.072:573.7

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ И МЕТАБОЛИЗМНЫМ ПРОФИЛЕМ ПЛАЗМЫ КРОВИ БОКСЕРОВ

Ольга Николаевна Колосова, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, **Игорь Витальевич Слепцов**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской Академии наук, Якутск; **Екатерина Захаровна Засимова**, заместитель заведующего, Учебно-научный центр кинезиологических исследований; **Алексей Иннокентьевич Голиков**, доктор педагогических наук, доцент, проректор, Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, Якутск

Аннотация

Цель исследования – изучение метаболомного профиля плазмы крови спортсменов боксеров, проживающих в экстремальных условиях Севера, в тренировочный период и выявление корреляции между уровнем тревожности и метаболизмом.

Впервые методом газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) проведено метаболомное профилирование спортсменов боксеров (n=21), коренных жителей Якутии, позволившее идентифицировать в плазме крови 65 низкомолекулярных соединений: жирные кислоты (n=12), органические кислоты (n=14), аминокислоты (n=12), сахара и их производные (n=15), стериды (n=1), производные липидов (n=5), неорганические кислоты (n=1), азотсодержащие вещества (n=4) и фенольные соединения (n=1). Результаты исследований выявили достоверные различия между метаболомным профилем плазмы крови боксеров и уровнем ситуативной тревожности, при низком уровне которой нарушается ряд биохимических процессов, обеспечивающих сбалансированность биоэнергетических процессов и их нейроэндокринную регуляцию.

Ключевые слова: спортсмены, тревожность, метаболомика, плазма крови, бокс, ГХ-МС.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.11.p210-218

INVESTIGATION OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF ANXIETY AND THE METABOLOMIC PROFILE OF THE BLOOD PLASMA OF BOXERS

Olga Nikolaevna Kolosova, doctor of biological sciences, professor, chief researcher, **Igor Vitalievich Sleptsov**, candidate of biological sciences, senior researcher, Institute of Biological

Problems of the Cryolithozone of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk; Ekaterina Zakharovna Zasimova, deputy head, Educational and Scientific Center for Kinesiological Research; Alexey Innokentievich Golikov, doctor of pedagogical sciences, do-cent, vice-rector, North-Eastern Federal University, Yakutsk

Abstract

The purpose of the study is to study the metabolomic profile of the blood plasma of boxing athletes living in extreme conditions of the North during the training period and to identify the correlation between the level of anxiety and metabolism. **The methodology and organization of the study.** For the first time, metabolic profiling of boxing athletes (n=21), indigenous residents of Yakutia, was carried out using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), which made it possible to identify 65 low-molecular compounds in the blood plasma: fatty acids (n=12), organic acids (n=14), amino acids (n=12), sugars and their derivatives (n=15), sterols (n=1), lipid derivatives (n=5), inorganic acids (n=1), nitrogen-containing substances (n=4) and phenolic compounds (n=1). The research results revealed significant differences between the metabolomic profile of the blood plasma of boxers and the level of situational anxiety, at a low level of which a number of biochemical processes that ensure the balance of bioenergetic processes and their neuro-endocrine regulation are disrupted. **Conclusions.** Further research is needed to confirm and verify the results, including in other sports groups, in order to identify adaptive psychophysiological and biochemical rearrangements of the body and develop biogenic physiological and psychophysiological ways to optimize them to achieve better results in various sports without compromising the health of athletes.

Keywords: athletes, anxiety, metabomics, blood plasma, boxing, GC-MS.

ВВЕДЕНИЕ

Бокс относится к такому виду спорта, в котором к спортсмену предъявляются требования не только к соответствующей физической подготовке (мышечная сила, выносливость, скорость, ловкость и др.), но и к психической (тревожность, адекватные эмоции, скорость сенсомоторных реакций), и когнитивной (внимание, способность предвидеть, «высчитывать» действия соперника) [4]. В тренировочный период нарабатывается соответствующий интегративный комплекс физического, психического и психофизиологического состояния спортсмена, обуславливающий возможность достижения успеха во время соревнований. В основе такого интегративного комплекса, позволяющего спортсмену адаптироваться к специфическим в боксе физическим и психическим нагрузкам, лежат изменения гомеостатических параметров на самых разных уровнях: функциональном, морфологическом, физиолого-биохимическом, метаболическом. Метаболические изменения в организме находят отражение в метаболомном профиле биологических жидкостей и, в частности, плазмы крови [1,2]. Метаболиты представляют собой биомолекулы с низкой молекулярной массой (<1500 Да). Они являются строительными блоками генома, протеома, клеточных мембран и играют ключевую роль в организме в качестве сигнальных молекул, источников энергии, промежуточных и конечных продуктов обмена веществ [2,5,6]. Исследование метаболомного профиля плазмы крови спортсмена боксера позволяет проводить контроль за эффективностью выполняемой тренировочной программы. Целью исследования является изучение метаболомного профиля плазмы крови спортсменов боксеров, проживающих в экстремальных условиях Севера, в тренировочный период и выявление корреляции между уровнем тревожности и метаболизмом.

МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование, проведенное в апреле 2023 года, включен 21 спортсмен боксер (студенты ИФКИС СВФУ им. М.К.Аммосова) в возрасте 19-20 лет. У всех боксеров было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование проводилось в полном соответствии с этическими рекомендациями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации и «Основами законодательства РФ об охране здоровья граждан (1993 г.). Образцы венозной крови были получены между 8:00 и 10:00 после ночного голодания. Образцы плазмы крови анализировали методом газовой

хромато-масс-спектрометрии (ГХ-МС) на хроматографе «Маэстро» (Россия) с квадрупольным масс-спектрометром Agilent 5975C (США), колонка HP-5MS, 30 м x 0.25 мм. Сбор данных осуществляли с помощью программного обеспечения Agilent ChemStation. Количественную интерпретацию хроматограмм проводили методом внутренней стандартизации по углеводороду C₂₃ [1]. Обработку масс-спектрометрической информации и идентификацию метаболитов осуществляли при помощи стандартной библиотеки NIST 2011. Результаты обрабатывали при помощи программы Metaboanalyst 5.0. Уровень тревожности организма спортсменов определяли перед забором крови с помощью опросника ситуативной (СТ) и личностной (ЛТ) тревожности Спилбергера в модификации Ханина.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было проведено метаболомное профилирование плазмы крови спортсменов боксеров Якутии в тренировочный период. С использованием нецелевого подхода идентифицировано 65 метаболитов (таблица), в том числе жирные кислоты (n=12), органические кислоты (n=14), аминокислоты (n=12), сахара и их производные (n=15), стероиды (n=1), производные липидов (n=5), неорганические кислоты (n=1), азотсодержащие вещества (n=4) и фенольные соединения (n=1).

Высокий уровень ЛТ, которая представляет собой устойчивую индивидуальную характеристику и отражает предрасположенность человека к тревоге, выявлен почти у трети обследованных боксеров (27,3%). Боксеры с низким уровнем СТ, которая возникает в ответ на конкретную ситуацию, составляют 40,9% (рисунок 1).

Таблица – Метаболомный профиль плазмы крови спортсменов боксеров Якутии (мкг/мл) в тренировочный период: средняя величина и в зависимости от уровня ситуативной и личностной тревожности (M±SD)

Название веществ, мкг/мл _{сыворотки крови}	СТ			ЛТ		
	Выс.(n=2)	Умеренная (n=11)	Низкая (n=8)	Высокая (n=6)	Умеренная (n=14)	Низкая (n=1)
Жирные кислоты						
5,8,11,14-эйкозатетраеновая к-та	54.84±4.09	23.36±6.27	22.83±14.41	26.61±18.85	48.73±5.86	48.73
8,11,14-эйкозатриеновая к-та	12.32±0.51	6.81±1.87	3.07±1.24	6.98±4.56	4.81±1.74	4.81
9-гексадеценовая кислота	41.36±20.32	21.08±7.03	10.55±3.31	21.23±27.22	13.66±5.39	13.66
9-октадеценовая кислота	10.12±0.62	9.32±2.77	8.83±2.47	7.78±1.63	11.14±2.79	11.14
Арахидоновая кислота	13.92±2.48	5.65±2.15	5.95±1.70	6.79±3.33	11.84±2.33	11.84
Арахидиновая кислота	2.01±0.54	0.85±0.42	0.99±0.49	1.10±1.03	1.42±0.43	1.42
Гексадекановая кислота	159.00±23.62	123.34±22.49	97.4±11.65	118.13±55.05	101.65±19.66	101.65
Линолевая кислота	133.62±21.12	110.46±13.43	90.23±16.72	101.35±26.55	109.57±13.36	109.57
Олеиновая кислота	93.73±4.81	74.92±10.70	77.44±14.25	68.91±17.95	98.85±7.08	98.85
Пальмителандиновая кислота	3.30±0.12	3.17±0.55	2.84±0.83	2.54±1.07	4.36±0.67	4.36
Пальмитиновая кислота	48.35±6.74	40.85±4.78	41.19±3.73	35.41±10.72	53.65±5.59	53.65
Стеариновая кислота	109.99±14.40	65.26±8.22	53.94±12.81	65.67±21.41	76.83±11.75	76.83
Органические кислоты						
2,3-дигидроксипропановая кислота	1.24±0.47	1.43±0.85	1.24±0.45	1.15±0.68	1.11±0.71	1.11
2-гидроксимасляная кислота	7.98±3.29	5.23±1.45	6.50±1.03	4.76±4.77	13.7±1.49	13.70
2-дезокситетраоновая кислота	2.18±0.21	3.17±1.11	3.10±0.81	1.75±0.77	3.43±0.90	3.43
3-гидроксимасляная кислота	5.78±0.16	8.89±3.21	63.33±7.91	8.22±9.16	148.89±8.04	148.89
Ацетоксисукциновая кислота	2.33±0.35	2.09±0.75	2.88±1.58	1.72±0.83	2.17±1.51	2.17
Гидроксипропановая кислота	2.03±0.44	1.61±0.30	1.68±0.51	1.49±0.30	1.64±0.41	1.64
Глицериновая кислота	27.77±6.21	22.50±4.69	16.53±2.99	19.1±2.69	17.57±4.70	17.57
Метоксипропановая кислота	30.74±6.76	20.42±3.87	16.88±2.84	22.78±9.95	16.91±3.70	16.91
Молочная кислота	320.32±32.17	306.78±58.44	282.31±23	300.15±26.67	338.98±50.10	338.98
Пировиноградная кислота	4.89±1.65	3.57±0.95	2.63±1.23	3.07±2.44	2.05±1.22	2.05
Фумаровая кислота	0.84±0.28	0.94±0.13	0.61±0.32	0.75±0.22	0.58±0.25	0.58
Щавелевая кислота	8.53±1.47	7.16±0.78	6.05±0.87	6.04±0.93	3.99±1.01	3.99
Яблочная кислота	6.06±2.33	4.53±0.73	2.86±0.37	4.11±0.58	2.81±0.72	2.81
Янтарная кислота	3.45±1.02	2.46±0.36	2.20±0.4	2.47±0.16	2.06±0.44	2.06

Название веществ, мкг/мл _{сыворотки крови}	СТ			ЛТ		
	Выс.(n=2)	Умеренная (n=11)	Низкая (n=8)	Высокая (n=6)	Умеренная (n=14)	Низкая (n=1)
Аминокислоты						
2-аминогептандиовая кислота	9.39±2.72	5.67±1.41	4.81±0.85	6.02±1.02	6.19±1.29	6.19
5-оксопролин	26.81±10.86	15.64±4.24	9.68±3.43	17.15±13.62	11.42±5.42	11.42
N-формилглицин	2.40±0.77	1.02±0.49	1.11±0.32	1.27±1.31	0.89±0.37	0.89
Аланин	17.26±5.93	12.26±4.58	8.66±1.82	13.37±7.75	9.17±5.56	9.17
Аспарагиновая кислота	40.52±13.50	26.38±4.99	18.28±1.92	26.76±18.48	15.50±3.70	15.50
Валин	29.43±6.08	22.44±3.66	17.47±3.12	20.38±7.82	24.27±3.91	24.27
Глицин	2.14±0.24	2.04±0.61	1.83±0.67	2.13±0.40	2.38±0.67	2.38
Глутаминовая кислота	20.33±8.13	10.68±3.06	7.05±1.41	12.22±3.41	10.57±3.51	10.57
Лейцин	9.81±3.62	6.48±1.40	6.14±1.06	7.04±3.71	10.53±1.42	10.53
Пролин	14.91±2.86	10.79±2.56	8.99±1.66	10.63±0.95	11.94±2.50	11.94
Серин	14.04±3.27	7.76±1.44	7.21±1.52	9.66±0.95	7.83±1.52	7.83
Треонин	9.38±2.58	6.29±1.53	5.55±1.12	7.11±0.80	6.10±1.34	6.10
Сахара и их производные						
1,5-Ангидроглюцитол	58.65±11.75	42.62±6.82	39.07±9.33	42.35±5.98	19.13±8.87	19.13
2-дезоксиритропентоновая к-та	2.20±0.52	1.96±0.92	1.81±0.18	1.95±0.90	1.48±0.74	1.48
2-кето-1-глюконовая кислота	20.67±7.06	12.3±4.53	8.93±1.51	12.09±1.99	8.25±4.43	8.25
3-Дезокси-2-С-гидроксиметилэ- ритропентоновая кислота	5.61±2.02	4.08±1.28	2.74±0.69	3.56±0.46	2.27±1.31	2.27
3-дезоксигексоновая кислота	18.47±2.68	21.05±5.92	19.03±2.18	13.25±3.73	16.92±4.84	16.92
арабиноновая кислота	5.61±2.04	3.34±1.41	2.42±0.78	3.56±3.49	2.05±1.22	2.05
Галактоза	1.98±0.51	2.07±0.85	1.72±0.21	1.36±0.63	1.18±0.68	1.18
Гликолевая кислота	23.24±3.66	18.89±3.76	16.34±2.41	16.36±2.41	16.26±3.65	16.26
Глюкоза	134.69±37.16	109.96±33.93	84.78±14.49	105.83±21.10	50.07±36.04	50.07
Глюконовая кислота	9.79±3.98	6.16±1.12	4.25±0.90	6.63±0.20	2.81±1.16	2.81
Манноза	13.75±1.01	14.31±4.36	11.65±2.40	9.71±2.61	8.44±4.12	8.44
Рибоно-1,4-лактон	2.16±0.72	1.36±0.48	1.15±0.39	1.45±0.58	1.07±0.48	1.07
Фруктоза	229.89±26.50	188.23±35.83	154.25±23.8	170.18±15.67	125.96±48.20	125.96
Эритроновая кислота	46.80±14.36	31.16±6.44	21.09±5.61	32.02±6.03	22.92±7.23	22.92
Эритрулоза	4.24±0.01	3.24±0.68	2.80±0.59	2.97±1.20	2.03±0.61	2.03
Стерины						
Холестерин	517.25±56.42	299.67±30.72	323.23±50.15	366.51±99.09	511.61±48.38	511.61
Производные липидов						
1-монолеоилглицерин	4.95±2.41	3.53±1.65	2.22±0.74	3.38±3.20	1.38±1.18	1.38
Глицерин моностеарат	2.31±1.28	1.21±0.67	1.09±0.55	1.54±0.24	0.65±0.67	0.65
Глицерол-2-фосфат	19.72±0.78	12.40±4.09	13.60±2.59	12.18±5.24	19.71±3.34	19.71
Глицерол-3-фосфат	208.37±5.55	125.85±21.96	115.98±4.94	134.39±39.23	189.83±22.65	189.83
Фосфорная кислота, 2-изотиоци- анатоэтил	44.18±2.02	29.64±4.44	24.26±2.78	27.94±9.38	34.78±4.60	34.78
Неорганические кислоты						
Фосфорная кислота	321.62±27.46	228.56±25.49	234.4±29.66	255.47±42.77	275.48±21.47	275.48
Азотсодержащие вещества						
Карбамат	36.49±13.33	20.53±6.98	15.82±2.56	23.12±4.08	12.11±6.71	12.11
Метил-3-[(1E,3E)-3,5-диметил- гепта-1,3-диенил]-5,6-дигид- рокси-6-метил-7-оксоцикло- пента[с]пиридин-5-карбоксилат	23.18±4.57	20.48±1.30	17.74±4.72	18.28±5.39	18.6±3.82	18.60
Мочевая кислота	26.00±0.84	18.25±4.70	20.81±6.58	17.41±6.42	27.94±4.49	27.94
Мочевина	362.96±72.23	262.72±44.16	282.74±58.29	246.34±23.65	353.02±50.57	353.02
Фенольные соединения						
О-десметилнапроксен	31.46±8.60	24.19±6.16	16.36±3.14	24.86±10.60	19.80±4.86	19.8

Изучен метаболомный профиль плазмы крови в зависимости от уровня СТ и ЛТ, поскольку тревожность обуславливает изменения в эмоциональной сфере и, следовательно, связана с работой вегетативной нервной системы, особенно с ее симпатическим отделом, активность которого определяет физиологическое состояние компенсаторно-приспособительных реакций в организме человека и регулирует обменные процессы

(таблица).

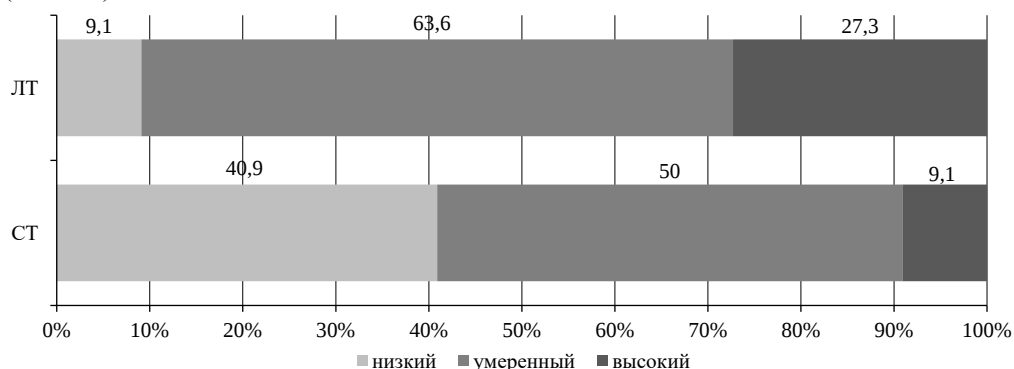


Рисунок 1 – Процентное соотношение (%) студентов боксеров с различным уровнем тревожности: СТ – ситуативная тревожность, ЛТ – личностная тревожность

При использовании метода главных компонент (PCA) не выявлено достоверных различий в метаболомном профиле у боксеров с различным уровнем СТ и ЛТ (рисунок 2). Незначительные отличия могут быть связаны с индивидуальными особенностями конкретного исследуемого.

При последующем проведении многомерного анализа с использованием ортогонального частичного дискриминантного анализа методом наименьших квадратов (OPLS-DA) всех данных метаболитов удалось обнаружить компоненты, позволяющие продемонстрировать достоверные различия метаболомных профилей боксеров с различным уровнем СТ (рисунок 2D; рисунок 3A). С целью выявления метаболитов с наиболее значимыми различиями был использован показатель VIP (переменное влияние проекции) для метаболитов на основе их связи с уровнем тревожности. В качестве порога при выборе метаболитов использовали $VIP > 1$.

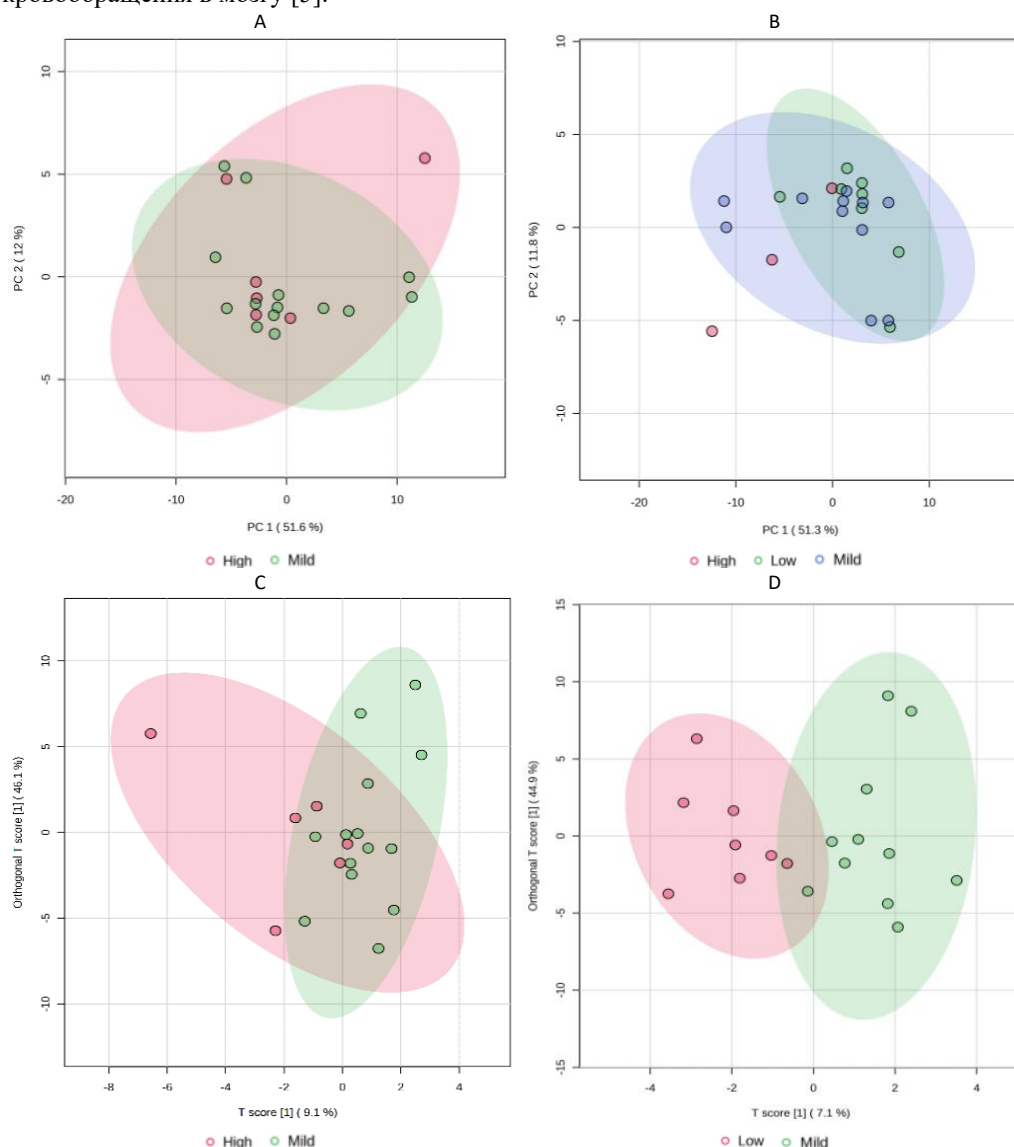
Выявлена корреляция между метаболомным профилем плазмы крови и уровнем СТ (таблица, рисунок 2D, рисунок 3A). В плазме крови боксеров с низким уровнем СТ достоверно ниже, чем в других группах, концентрации 8,11,14-Эйкозатриеновой кислоты, 5-оксипролина, 9-гексадеценовой кислоты, глутаминовой кислоты и значительно выше содержание 3-гидроксимасляной кислоты (таблица).

Учитывая, что 8,11,14-Эйкозатриеновая кислота, превращаясь в простагландин E1 (PGE1), оказывает сосудорасширяющее действие, тем самым усиливая кровоток в капиллярах, более низкое содержание этой кислоты может препятствовать быстрой мобилизации ресурсов и тем самым снижать спортивные показатели спортсменов боксеров с низким уровнем СТ. Содержание 3-гидроксимасляной кислоты в плазме крови боксеров с низким уровнем СТ почти в 7 раз выше, чем в других группах. У человека и животных 3-гидроксимасляная кислота образуется как продукт нормального метаболизма окисления жирных кислот и поэтому может использоваться в качестве источника энергии при отсутствии достаточного количества глюкозы в крови [3].

У человека 3-гидроксимасляная кислота хорошо переносится в низких концентрациях, но в высоких концентрациях может привести к кетоацидозу и смерти. Исследования показывают, что небольшое увеличение концентрации 3-НВ может быть важным при некоторых физиологических состояниях, поскольку оно может модулировать сигнальные каскады, участвующие в росте клеток, пролиферации и защите от окислительного стресса [6].

У боксеров с низким уровнем СТ концентрация 8,11,14-Эйкозатриеновой кислоты, представляющей собой 20-углеродную омега-6 ненасыщенную жирную кислоту, в 2 раза ниже, чем в среднем по боксерам и составляет 3.07 ± 1.24 мкг/мл (таблица). Концентрация

глутаминовой кислоты у боксеров с низкой СТ на 65% ниже, чем в среднем по спортсменам боксерам (таблица), что и является причиной сниженного содержания в плазме крови 5-оксипролина (пироглутаминовая кислота), представляющего циклизированное производное глутаминовой кислоты. Показано, что 5-оксипролин высвобождает гамма-аминомасляную кислоту (ГАМК) из коры головного мозга и оказывает противотревожное действие в простой конфликтной ситуации подхода-избегания у крыс. Кроме того, участвует в улучшении кровообращения в мозгу [5].



Примечание: здесь и далее Low – боксеры с низким уровнем тревожности, Mild – с умеренным уровнем, High – с высоким уровнем; PC – главные компоненты (principal components); T score – первая главная компонента; Orthogonal T score – вторая главная компонента ортогональной первой.

Рисунок 2 – Распределение боксеров с различным уровнем тревожности с помощью метода главных компонент PCA (A; B) и метода OPLS-DA (C; D): (A) и (C) – личностная тревожность; (B) и (D) – ситуативная тревожность

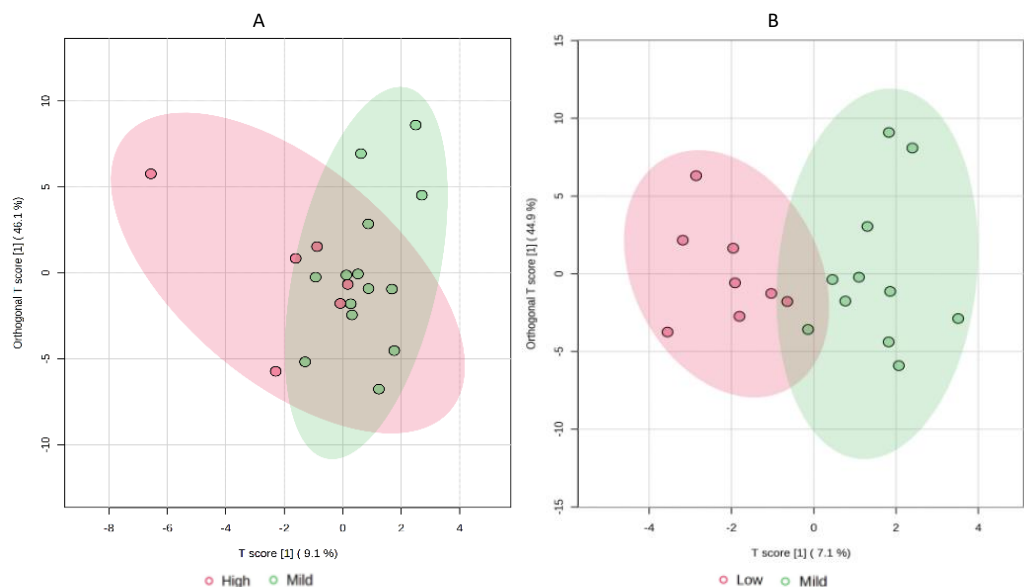
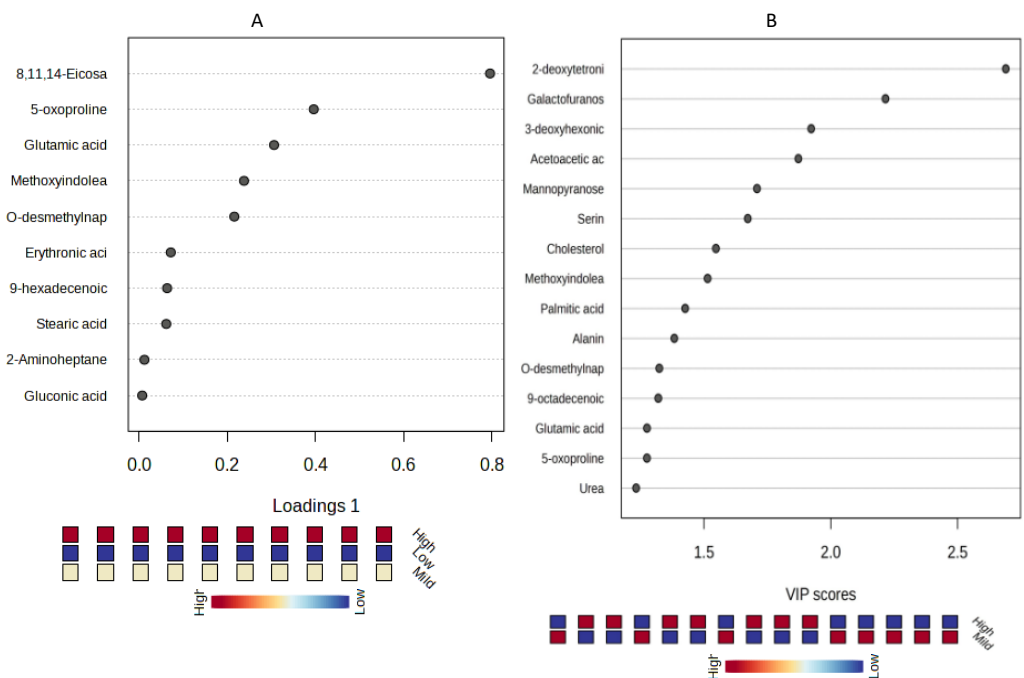


Рисунок 3 – Распределение боксеров с различным уровнем тревожности с помощью метода главных компонент PCA (A; B) и метода OPLS-DA (C; D): (A) и (C) – личностная тревожность; (B) и (D) – ситуативная тревожность



Примечание: красным цветом обозначено увеличение концентрации метаболита, синим цветом – уменьшение концентрации метаболита в исследуемой группе.

Рисунок 4 – Метаболиты, статистически значительно различающиеся в плазме крови боксеров: показатель Loadings в методе sPLS-DA при различных уровнях ситуативной тревожности (A) и показатель VIP в методе PLS-DA-vip при различных уровнях личностной тревожности (B)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, впервые проведено метаболическое профилирование плазмы крови спортсменов боксеров, коренных жителей Якутии, позволившее идентифицировать 65 низкомолекулярных соединений: жирные кислоты (12), органические кислоты (14), аминокислоты (12), сахара и их производные (15), стерины (1), производные липидов (5), неорганические кислоты (1), азотсодержащие вещества (4) и фенольные соединения (1). Результаты исследований выявили достоверные различия между метаболомным профилем плазмы крови боксеров и уровнем ситуативной тревожности, при низком уровне которой нарушается ряд биохимических процессов, обеспечивающих сбалансированность биоэнергетических процессов и их нейроэндокринную регуляцию. Необходимы дальнейшие исследования для подтверждения и проверки результатов в том числе в других спортивных группах с целью выявления адаптационных психофизиологических и биохимических перестроек организма и разработки биогенных физиологических и психофизиологических способов их оптимизации для достижения более высоких результатов в различных видах спорта без ущерба для состояния здоровья спортсменов.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России по проектам «Физиолого-биохимические механизмы адаптации растений, животных, человека к условиям Арктики/Субарктики и разработка биопрепаратов на основе природного северного сырья повышающих эффективность адаптационного процесса и уровень здоровья человека в экстремальных условиях среды» (код научной темы: FWRS-2021-0025; № гос.регистрации в ЕГИСУ: AAAA-A21-121012190035-9); «Исследование хронофизиологических, молекулярных механизмов адаптации и психоэмоционального напряжения человека в условиях сочетанного действия экстремальных климатических, техногенных факторов в Арктике и Субарктике и пандемии, постпандемии, разработка способов повышения адаптивного потенциала» (код научной темы: FWRS-2021-0043) на научном оборудовании ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН (ГРАНТ №13.ЦКП.21.0016).

ЛИТЕРАТУРА

1. К вопросу разработки теста отбора вахтовиков для работы на Севере на основе определения метаболомного профиля плазмы крови, на примере работников водного транспорта / О.Н. Колосова, Е.З. Засимова, И.В. Слепцов [и др.] // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. – 2021. – Т. 26, №. 4. – С. 91–102.
2. Al-Khelaifi F. Metabolic profiling of elite athletes with different cardiovascular demand / F. Al-Khelaifi, F. Donati, F. Botrè [et al.] // Scand J Med Sci Sports. – 2019, Jul. – No. 29 (7). – P. 933–943.
3. Dedkova E.N. Role of β -hydroxybutyrate, its polymer poly- β -hydroxybutyrate and inorganic polyphosphate in mammalian health and disease / E.N. Dedkova, L.A. Blatter // Front. Physiol. – 2014. – No. 5 (260). – DOI: 10.3389/fphys.2014.00260.
4. Kovalenko A.N. Anxiety as readiness criterion of youth athletes, specializing in middle distance running, for competitive activity / A.N. Kovalenko, N.V. Khrisanfova // The Russian journal of physical education and sport (pedagogico-psychological and medico-biological problems of physical culture and sports). – 2017. – Vol. 12, No.2. – pp. 136–140.
5. Mandal R. Multi-platform characterization of the human cerebrospinal fluid metabolome: a comprehensive and quantitative update / R. Mandal, A.C. Guo, K.K. Chaudhary [et al.] // Genome Med. 2012, Apr 30. – No. 4(4). – P. 38. – DOI: 10.1186/gm337.
6. Mierziak J. 3-Hydroxybutyrate as a Metabolite and a Signal Molecule Regulating Processes of Living Organisms / J. Mierziak, M. Burgberger and W. Wojtasik // Biomolecules. – 2021, Mar 9. – No. 11 (3). – P. 402. – DOI: 10.3390/biom11030402.

REFERENCES

1. Kolosova, O.N., Zasimova, E.Z., Sleptsov, I.V., Golderova, A.S. and Kershengolts, B.M. (2021), “On the issue of developing a test for the selection of shift workers to work in the North based on the determination of the metabolomic profile of blood plasma, on the example of water transport workers”, *Natural resources of the Arctic and Subarctic*, Vol. 26, No. 4, pp. 91–102.
2. Al-Khelaifi, F., Donati, F., Botrè, F., Latiff, A., Abraham, D., Hingorani, A, Georgakopoulos, C., Suhre, K., Yousri, NA and Elrayess, M.A. (2019), “Metabolic profiling of elite athletes with different

cardiovascular demand”, *Scand J Med Sci Sports*, No. 29 (7), pp. 933–943.

3. Dedkova, E.N. and Blatter, L.A. (2014), “Role of β -hydroxybutyrate, its polymer poly- β -hydroxybutyrate and inorganic polyphosphate in mammalian health and disease”, *Front. Physiol*, Vol. 5, pp. 60.

4. Kovalenko, A.N. and Khrisanfova, N.V. (2017), “Anxiety as readiness criterion of youth athletes, specializing in middle distance running, for competitive activity”, *The Russian journal of physical education and sport (pedagogical-psychological and medical-biological problems of physical culture and sports)*, Vol. 12, No. 2, pp. 136–140.

5. Mandal, R, Guo, A.C., Chaudhary, K.K., Liu, P, Yallou, F.S., Dong, E., Aziat, F. and Wishart, D.S. (2012), “Multi-platform characterization of the human cerebrospinal fluid metabolome: a comprehensive and quantitative update”, *Genome Med*, No. (4), pp. 38.

6. Mierziak J., Burgberger, M. and Wojtasik, W. (2021), “3-Hydroxybutyrate as a Metabolite and a Signal Molecule Regulating Processes of Living Organisms”, *Biomolecules*, No.11 (3), pp. 402.

Контактная информация: kololgonik@gmail.com

Статья поступила в редакцию 08.12.2023

УДК 796.011:371.7

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧНОСТНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Михаил Никонорович Комаров, кандидат педагогических наук, доцент, Эльдар Асафович Аленуров, кандидат социологических наук, доцент, Алексей Николаевич Папушин, старший преподаватель, Российский государственный социальный университет; Елизавета Ивановна Григорьева, бакалавр, Московский педагогический государственный университет, Москва

Аннотация

Цель работы – определить эффективность личностно ориентированного физического воспитания школьников.

Методика и организация исследования. Для определения эффективности использования личностно ориентированного физического воспитания школьников нами проводился в 2021–2022 учебном году педагогический эксперимент, в котором приняли участие учащиеся основной и подготовительной медицинских групп в возрасте 7–17 лет города Москвы.

Результаты исследования. Использовалась ранговая система представления результатов двигательных тестов учебной программы и показателей соматического здоровья. Ранги внутри подгрупп торакального, мышечного, астеноидного и дигестивного типов телосложения устанавливались отдельно. Наименьшая сумма ранговых мест свидетельствовала о наибольшей эффективности развития физических качеств и формирования здоровья в данной подгруппе.

Для каждого типа телосложения определены приоритетные направления использования средств физической подготовки.

Вывод. Внедрение технологии личностно ориентированной физического воспитания школьника в учебный процесс по физической культуре обеспечивает высокую эффективность развития физических качеств и соматического здоровья, заинтересованность учителей по физической культуре и обучающихся.

Ключевые слова: физическое воспитание, личностно ориентированный подход, школьники, физические качества, соматическое здоровье, эффективность.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2023.11.p218-221

EFFECTIVENESS OF USING SCHOOLCHILDREN'S PERSONALITY-ORIENTED PHYSICAL EDUCATION

Mikhail Nikonorovich Komarov, candidate of pedagogical science, docent, Eldar Asafovich Alenurov, candidate of sociological science, docent, Alexey Nikolaevich Pashutin, senior