
УДК 616.316:612.31.766.1:576.316.352-053.5

КРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМЕШАННОЙ СЛЮНЫ СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Бочарин Иван Владимирович

Кандидат биологических наук, Старший преподаватель кафедры физической культуры и спорта, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия).

Orcid 0000-0002-4961-5351

E-mail: bocharin.ivan@mail.ru

Мартусевич Андрей Кимович

Доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории медицинской биофизики, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия), профессор кафедры физиологии и биохимии животных и акушерства, Нижегородский государственный агротехнологический университет (Нижний Новгород, Россия), профессор кафедры спортивной медицины, Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Лобачевского (Нижний Новгород, Россия).

Orcid 0000-0002-0818-5316

E-mail: cryst-mart@yandex.ru

Гурьянов Максим Сергеевич

Доктор медицинских наук, профессор, зав. кафедрой физической культуры и спорта, Приволжский исследовательский медицинский университет (Нижний Новгород, Россия).

Orcid 0000-0001-9910-5141

E-mail: msg210411@yandex.ru

CRYSTALLOSCOPIC CHARACTERISTICS OF MIXED SALIVA OF STUDENTS WITH DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL FITNESS

Bocharin Ivan Vladimirovich

Candidate of biological sciences, Senior teacher of the department of physical culture and sport, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia), PhD student of the department of physiology and biochemistry, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy (Nizhny Novgorod, Russia)

Orcid 0000-0002-4961-5351

E-mail: bocharin.ivan@mail.ru

Martusevich Andrey Kimovich

Advanced Doctor in biological science, Chief Researcher of Laboratory of Medical Biophysics, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia), professor of the department of physiology and biochemistry and obstetrics, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University (Nizhny Novgorod, Russia), professor of the department of sport's medicine, National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod.

Orcid 0000-0002-0818-5316

E-mail: cryst-mart@yandex.ru

Guryanov Maksim Sergeevich

Advanced Doctor in medical science, Professor, Head of the department of physical culture and sport, Privolzhsky Research Medical University (Nizhny Novgorod, Russia).

Orcid 0000-0001-9910-5141

E-mail: msg210411@yandex.ru

Следует цитировать / Citation:

Бочарин И.В., Мартусевич А.К., Гурьянов М.С. Кристаллоскопические характеристики смешанной слюны студентов с разным уровнем физической подготовки //Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2025. 3 (39). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2025\)3.06](https://doi.org/10.14258/zosh(2025)3.06)

Bocharin I.V., Martusevich A.K.(2025). Crystalloscopic characteristics of mixed saliva of students with different levels of physical fitness Health, physicalculture and sports, 3 (39). URL: <http://journal.asu.ru/index.php/zosh>. DOI: [https://doi.org/10.14258/zosh\(2025\)3.06](https://doi.org/10.14258/zosh(2025)3.06)

Поступило в редакцию / Submitted 23.03.2025

Принято к публикации / Accepted 25.03.2025

Аннотация. Цель исследования – изучение особенностей кристаллогенных свойств слюны у нетренированных людей. В исследование было включено 86 молодых людей, обучающихся в образовательных организациях высшего образования, которые были разделены на 2 группы – нетренированных и тренированных лиц. Забор образцов слюнной жидкости осуществлялся однократно путем сплевывания в чистые сухие пробирки после двукратного полоскания ротовой полости дистиллированной водой. В каждом образце ротовой жидкости оценивали кристаллогенную активность и иницирующий потенциал. Кристаллизацию смешанной слюны изучали с помощью метода классической кристаллоскопии, а сравнительную тизиграфию применяли для исследования иницирующих свойств биожидкости, а 0,9 % раствор хлорида натрия – в качестве основного вещества в тизиграфическом тестировании.

Тизиграфические изображения изучали с использованием количественных (основной тизиграфический коэффициент Q, и коэффициент Р) и полуколичественных (выраженность клеточной плотности, равномерность распределения элементов, степень признаков разрушения рисунка и образования краевой зоны микропрепарата). Обнаруженные особенности смешанной слюны в группе тренированных лиц указывают на оптимизацию белкового состава биологической жидкости вследствие регулярной дозированной физической активности. Выявленные перестройки указывают на нормализацию органо-минерального баланса биологического субстрата.

Кристаллоскопическое исследование продемонстрировало статистически значимые различия кристаллогенных и иницирующих свойств смешанной слюны в группах студентов с различным уровнем тренированности. Это проявляется в качественной и количественной трансформацией кристаллографической картины биологической жидкости среди монокристаллических и дендритных элементов, а также аморфных тел. Тизиграфический тест показал активацию иницирующей способности биологической жидкости и оптимизацию текстурных характеристик в сочетании со снижением степени разрушения элементов рисунка, а также умеренным расширением краевой зоны микропрепаратов среди тренированных студентов. Это позволяет установить, что регулярная дозированная физическая нагрузка способствует нормализации метаболических особенностей организма.

Ключевые слова: физическая нагрузка, метаболизм, слюна, физическая подготовка, функциональное состояние, двигательная активность, биологическая жидкость

Annotation. The purpose of the study is to study the features of the crystallogenic properties of saliva in untrained people. The study included 86 young people studying in educational institutions of higher education, who were divided into 2 groups – untrained and trained individuals. Salivary fluid samples were collected once by spitting into clean, dry test tubes after rinsing the oral cavity twice with distilled water. The crystallogenic activity and initiating potential were evaluated in each sample of oral fluid. The crystallization of mixed saliva was studied using the method of classical crystalloscopy, and comparative thesigraphy was used to study the initiating properties of biofluid, and 0.9% sodium chloride solution was used as the main substance in thesigraphic testing.

The thesigraphic images were studied using quantitative (the main thesigraphic coefficient Q, and the coefficient P) and semi-quantitative (the severity of cell density, the uniformity of the distribution of elements, the degree of signs of destruction of the pattern and the formation of the marginal zone of the micropreparation). The discovered features of mixed saliva in the group of trained individuals indicate the optimization of the protein composition of the biological fluid due to regular dosed physical activity. The revealed rearrangements indicate normalization of the organo-mineral balance of the biological substrate.

The crystalloscopic study demonstrated statistically significant differences in the crystallogenic and initiating properties of mixed saliva in groups of students with different levels of fitness. This is manifested in the qualitative and quantitative transformation of the crystallographic picture of the biological fluid among monocrystalline and dendritic elements, as well as amorphous bodies. The thesigraphic test showed activation of the initiating ability of the biological fluid and optimization of textural characteristics in combination with a decrease in the degree of destruction of the elements of the pattern, as well as a moderate expansion of the marginal zone of micro-preparations among trained students. This allows us to establish that regular dosed physical activity contributes to the normalization of metabolic characteristics of the body.

Keywords: physical activity, metabolism, saliva, physical fitness, functional state, motor activity, biological fluid

Введение. Физические нагрузки являются одним из распространенных способов увеличения адаптационных резервов организма, а также выступает в качестве предиктора для нивелирования состояний дезадаптации (Баранов с соавт., 2004; Быков Е.В., Коломиец О.И., 2016; Коломиец О.И. с соавт., 2017; Мищенко И.А., Кашкаров В.А., 2015; Norton K et al., 2010). При этом, в имеющихся многочисленных публикациях имеется информация в основном о возможностях оптимизации тренировочного режима и особенностям различного вида физических нагрузок (Norton K et al., 2010; Mendes MA et al., 2018; Мартусевич А.К. с соавт., 2022, Киселев Я.В. с соавт., 2019; Киселев Я.В. с соавт., 2019, Романова Е., 2022).

), а вопросы мониторинга функционального состояния организма человека в динамике их использования остается недостаточно изученным (Быков Е.В., Коломиец О.И., 2016; Мищенко И.А., Кашкаров В.А., 2015; Мартусевич А.К. с соавт., 2022; Мартусевич А.К. с соавт., 2022; Mednes MA et al., 2018). В качестве информативного критерия оценки адаптационных резервов может выступать определение индикаторов системной гемодинамики, а также изучение вегетативного обеспечения деятельности с помощью метода оценки вариабельности сердечного ритма (Баевский Р.М. с соавт., 2009; Мищенко И.А., Кашкаров В.А., 2015; Mednes MA et al., 2018). При этом, относительно мало внимания уделяется изучению метаболических особенностей людей, занимающихся двигательной активностью (Коломиец О.И. с соавт., 2017; Mednes MA et al., 2018; Moghetti P et al., 2016), и имеющиеся исследования направлены на изучение биохимических аспектов деятельности скелетной мускулатуры (Moghetti P et al., 2016; Neuffer PD, 2018; Kudryavtsev M., 2023, Sims ST et al., 2023; Santangelo C et al., 2024). При этом, влияние регулярной дозированной

физической нагрузки на метаболические процессы в организме полностью не раскрыты, в связи с этим, значительный интерес представляет оценка функциональных резервов с помощью лабораторной диагностики, что позволяет контролировать метаболические изменения при физической активности (Быков Е.В., Коломиец О.И., 2016; Коломиец О.И. с соавт., 2017; Moghetti P et al., 2016; Neuffer PD, 2018; Schulze A, Busse M, 2024). Также, следует придерживаться неинвазивности тестирования, для упрощения процедуры забора биологического материала.

В связи с вышеизложенным, обращает на себя внимание возможность диагностики слюнных желез, что позволяет получить индикаторы смешанной слюны человека (Мартусевич А.К. с соавт., 2022; Мартусевич А.К. с соавт., 2022; Romanova E., 2023, Джорданишвили А.К., 2019; Pancu G et al., 2006). Технология забора позволяет получить биожидкость за пределами какого-либо медицинского учреждения, в том числе – на территории, где проходит тренировочный процесс, что также подчеркивает ее перспективность. Оценка кристаллизации биожидкости, включающей изучение кристаллообразующей способности и иницирующего потенциала, может активно применяться для интегрального анализа физико-химических характеристик биоматериала (Джорданишвили А.К., 2019; Pancu G et al., 2006). Этот подход использовался и для изучения компонентного состава тела и физико-химических параметров смешанной слюны человека (Мартусевич А.К., 2022; Джорданишвили А.К., 2019; Pancu G et al., 2006), однако результаты данного анализа были рассмотрены в немногочисленных публикациях. С учетом вышеизложенного, необходимо проведение дальнейших исследований для получения исчерпывающей информации об особенностях кристаллогенных свойств слюны при воздействии физической нагрузки и динамике физических тренировок.

Цель исследования. Изучить особенности кристаллогенных свойств слюны у нетренированных людей.

Методы исследования. В исследование было включено 86 молодых людей, обучающихся в образовательных организациях высшего образования, которые были разделены на 2 группы: первую группу составили нетренированные студенты в количестве 42 человек, а во вторую группу вошли 44 обучающихся, регулярно занимающихся физическими тренировками. Средний возраст участников эксперимента составил $18 \pm 1,4$ года. Критериями исключения из исследования были наличие у испытуемых различных патологий, в том числе – заболеваний полости рта. Участники эксперимента перед проведением исследования подписали информированное добровольное согласие на участие.

Забор образцов слюнной жидкости осуществлялся однократно путем сплевывания в чистые сухие пробирки после двукратного полоскания ротовой полости дистиллированной водой. В каждом образце ротовой жидкости оценивали кристаллогенную активность и иницирующий потенциал (Мартусевич А.К. с соавт., 2022; Мартусевич А.К. с соавт., 2022). Кристаллизацию смешанной слюны изучали с помощью метода классической кристаллоскопии, а сравнительную тезиграфию применяли для исследования иницирующих свойств биожидкости. 0,9 % раствор хлорида натрия применяли в качестве основного вещества в тезиграфическом тестировании. Кристаллоскопическую картину описывали следующим способом: морфологически путем выделения и расчета плотности отдельных структурных элементов микропрепарата. Все структуры группировали в 3 категории: монокристаллы, поликристаллические (дендритные) элементы и аморфные тела. Тезиграфические изображения изучали с использованием количественных (основной тезиграфический коэффициент Q, и коэффициент P) и полуколичественных (выраженность клеточной плотности, равномерность распределения элементов, степень признаков разрушения рисунка и образования краевой зоны микропрепарата).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием пакета прикладных компьютерных программ Statistica 10.0 и Microsoft Excel 2016. Оценку нормальности распределения осуществляли с помощью критерия Шапиро-Уилка. С учетом отсутствия нормальности распределения полученных данных, для проверки статистической значимости полученных различий использовали непараметрический U-критерий Манна-Уитни. Уровень значимости при оценке статистических различий задавали на уровне $p < 0,05$.

Результаты. Результаты выполнения тизиграфического и кристаллоскопического анализа смешанной слюны испытуемых позволила установить, что у студентов, регулярно подвергающихся физической нагрузке, обнаружены существенные отличия физико-химических свойств и компонентного состава биологической жидкости, по сравнению с нетренированными обучающимися. Согласно кристаллоскопическому тесту, морфоструктурными особенностями монокристаллического компонента рисунка смешанной слюны в группе нетренированных людей было значительное уменьшение количественной представленности таких элементов как «прямоугольник» и «призма», а также появление «пирамид». Такие особенности отсутствовали в группе испытуемых, регулярно занимающихся физической нагрузкой. При изучении дендритного компонента микропрепаратов установлено увеличение плотности линейных и прямоугольных поликристаллических элементов в группе тренированных лиц. При этом, только среди испытуемых, не занимающихся регулярно физической нагрузкой, были обнаружены фигуры типа «мох», «луковица» и «крест», а у тренированных обучающихся – элементы типа «хвощ».

Таблица 1

Качественные и количественные кристаллоскопические изменения смешанной слюны в исследуемых группах, (n=86), $M \pm m$

Структурный элемент/ Параметр	Нетренированные студенты (n=42)	Тренированные студенты (n=44)
Монокристаллы		
Прямоугольная форма	4,1±0,1	2,3±0,1*
Призматическая форма	2,2±0,1	0,7±0,1*
Пирамидальная форма	0,8±0,1	–
Восьмигранная форма	–	1,3±0,1
Дендритные (поликристаллические) структуры		
Линейная форма	0,9±0,2	1,8±0,1*
Прямоугольная форма	0,6±0,1	1,3±0,1*
«Мох» и луковица»	2,8±0,2	–
Крестообразная форма	0,4±0,1	–
«Хвощ»	–	6,2±0,2
«Роза»	–	–
Аморфные тела		
Размер	средний	средний
Номер	умеренный	многочисленный

Для определения сдвигов результатов структурных изменений биологической жидкости в исследуемых группах, сравнивались результаты кристаллоскопического теста с тезиграфическим (табл. 2). По иницирующему потенциалу смешанной слюны (коэффициент Q) наблюдалась активация структурирования основного вещества в присутствии биологической жидкости. Также, характерно расширение зоны тезиграфических рисунков и увеличение коэффициента в 1,4 раза среди тренированных лиц по сравнению с нетренированными.

Таблица 2

Соотношение полуколичественных коэффициентов смешанной слюны в исследуемых группах, (n=86), M±m

Параметр	Нетренированные студенты (n=42)	Тренированные студенты (n=44)
Коэффициент Q	2,1±0,1	2,8±0,1*
Коэффициент P	1,4±0,1	1,9±0,1*
Коэффициент I	1,8±0,1	1,4±0,1*
Коэффициент R	1,4±0,1	2,5±0,1*
Степень деструкции фации	2,1±0,1	1,5±0,1*
Выраженность краевой зоны	1,6±0,1	2,1±0,1*

Анализ полуколичественных характеристик иницированного кристаллогенеза показывает умеренное уменьшение количества и размера «кристаллических островков» в биообъектах, что вызвано влиянием регулярной физической нагрузкой. Аналогичные изменения в данной группе обучающихся коррелируют с выраженным увеличением однородности текстуры и пространственного распределения кристаллических и аморфных элементов в образце, о чем сообщает увеличение коэффициента R в 1,85 раза ($p<0,05$).

В качестве интегральных показателей выступают выраженность краевой зоны и степень деструкции фации, которые отражают направление сдвигов в иницированном кристаллогенезе смешанной слюны испытуемых. Выраженность степени деструкции фации была заметно ниже в группе тренированных лиц (в 1,3 раза, $p<0,05$), в сравнении с группой студентов, регулярно не занимающихся физической нагрузкой. При этом, четкость краевой зоны была выявлена в большей степени у представителей второй группы в сравнении с первой (в 1,36 раза, $p<0,05$). В тоже время, принимая во внимание физико-химическую природу степени деструкции фации, ее следует рассматривать как положительную тенденцию, положительно характеризующую влияние регулярной дозированной физической активности на особенности метаболизма испытуемых.

Таким образом, обнаруженные особенности смешанной слюны в группе тренированных лиц указывают на оптимизацию белкового состава биологической жидкости вследствие регулярной дозированной физической активности. Выявленные перестройки указывают на нормализацию органно-минерального баланса биологического субстрата.

Дискуссия. Исследование функционального состояния организма лиц, занимающихся регулярными физическими нагрузками, позволяет оценить как индивидуальную физиологическую стоимость воздействия физической нагрузки, так и изучить толерантность организма с позиции метаболического компонента. В совокупности, это может позволить значительно улучшить спортивные результаты и нивелировать состояния напряжения регуляторных систем и дезадаптации. Для этого, может успешно применяться способ кристаллографический способ изучения биосред.

Согласно кристаллоскопического теста, среди нетренированных студентов наблюдалось значительное уменьшение количественности элементов «прямоугольник», «призма», и появление «пирамид». При наблюдении за дендритным компонентом установлено увеличение плотности линейных и прямоугольных элементов среди тренированных обучающихся. Характерной особенностью группы тренированных лиц выступила активация структурирования основного вещества, а также расширение зоны тезиграфических рисунков. Кроме того, согласно анализа полуколичественных характеристик показывает умеренное уменьшение размера и количества «кристаллических островков», а выявленные особенности выраженности краевой зоны и степени деструкции фации показывают на оптимизацию белкового состава биологической жидкости среди студентов, занимающихся регулярными дозированными физическими нагрузками.

Результаты исследования обуславливают необходимость более глубокого биохимического обследования данного контингента испытуемых, что может быть использовано для оптимизации нагрузочного режима и индивидуализации в распределении уровня и интенсивности физической нагрузки, с учетом толерантности организма к ней.

Выводы. Кристаллоскопическое исследование продемонстрировало статистически значимые различия кристаллогенных и иницирующих свойств смешанной слюны в группах студентов с различным уровнем тренированности. Это проявляется в качественной и количественной трансформацией кристаллографической картины биологической жидкости среди монокристаллических и дендритных элементов, а также аморфных тел. Тезиграфический тест показал активацию иницирующей способности биологической жидкости и оптимизацию текстурных характеристик в сочетании со снижением степени разрушения элементов рисунка, а также умеренным расширением краевой зоны микропрепаратов среди тренированных студентов. Это позволяет установить, что регулярная дозированная физическая нагрузка способствует нормализации метаболических особенностей организма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Баевский РМ, Берсенева А. П., Берсенев Мые, Eshmanova АК. Использование принципов донозологической диагностики для оценки функционального состояния организма в условиях стресса на примере водителей автобусов. Физиол. человека. 2009; 35(1): 41-51.

Баранов В.М., Баевский П.М., Берсенева А.П., Михайлов В.М. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения // Экология человека. 2004; 6: 25-29.

Быков Е.В., Коломиец О.И. Совершенствование методов контроля за тренировочным процессом на основе современных информационных технологий // Теория и практика физической культуры. 2016; 5:59-61.

Джорданишвили А.К. Ротовая жидкость взрослого человека: возрастные особенности физико-химических свойств и микрокристаллизации // Адв Геронтол. 2019; 32(3): 477-482.

Киселев Я.В., Бочарин И.В., Гурьянов М.С., Эделев А.С. Использование современных тренировочных средств во флорболе // Современные проблемы физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры. 2019. С. 183-187.

Киселев Я.В., Бочарин И.В., Гурьянов М.С., Капков Е.А. Факторы, влияющие на преждевременное завершение спортивной легкоатлетической карьеры // Актуальные проблемы и современные тенденции развития легкой атлетики в России и в мире. 2019. С. 45-48.

Коломиец О.И., Петрушкина Н.П., Быков Е.В. Особенности метаболических адаптационных изменений при различных физических нагрузках // Наука. Инновация. Технологии. 2017; 1: 207-216.

Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Карузин К.А. и др. Комплексная оценка структурно-метаболических особенностей плазмы крови у высококвалифицированных спортсменов // Журнал «Физическое воспитание и спорт». 2022; 22(1): 160-166.

Мартусевич А.К., Карузин К.А., Бочарин И.В., Суroveгина А.В. Мониторинг эффективности персонализированной метаболической коррекции у спортсменов с использованием методов биокристалломики // Международный журнал биологии и биомедицинской инженерии. 2022; 16: 175-178.

Мартусевич А.К., Камакин Н.Ф. Единый алгоритм изучения свободного и инициированного кристаллогенеза биологических жидкостей // Клиническая лабораторная диагностика. 2014; 6: 21-4.

Мищенко И.А., Кашкаров В.А. Контроль особенностей адаптации высококвалифицированных спортсменов-тхэквондистов к тренировочным нагрузкам в условиях среднегорья // Физическая культура и здоровье. 2015; 4: 56-61.

Comprehensive program for flat foot and posture disorders prevention by means of physical education in 6-year-old children / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 2655-2662. – DOI 10.7752/jpes.2022.11337.

Improving the physical health of female students using boxing specialization in physical education / M. Kudryavtsev, V. Kovalev, A. Osipov [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, No. 7. – P. 1576-1582. – DOI 10.7752/jpes.2023.07193.

Mendes MA, da Silva I, Ramires V, Reichert F, Martins R, Ferreira R, Tomasi E. Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. PLoS One. 2018; 13(7): e0200701. DOI: 10.1371/journal.pone.0200701.

Moggetti P, Bacchi E, Brangani C, Donà S, Negri C. Metabolic Effects of Exercise. Front Horm Res. 2016; 47: 44-57. DOI: 10.1159/000445156.

Neufer PD. The Bioenergetics of Exercise. Cold Spring Harb Perspect Med. 2018; 1: 8(5): a029678. DOI: 10.1101/cshperspect.a029678.

Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. J Sci Med Sport. 2010; 13(5): 496-502. DOI: 10.1016/j.jsams.2009.09.008.

Pancu G, Lăcătușu S, Cărunțu ID, Iovan G, Ghiorghe A. Evaluarea activității bolii carioase cu ajutorul indicelui de microcristalizare salivară Evaluation of caries activity using the micro-crystallization saliva index (IMK). Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi. 2006; 110(1): 206-11.

Physical activity and metabolism of girls with different somatotypes / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2022. – Vol. 22, No. 4. – P. 900-906. – DOI 10.7752/jpes.2022.04114.

Santangelo C, Verratti V, Mrakic-Sposta S, Ciampini F, Bonan S, Pignatelli P, Pietrangelo T, Pilato S, Moffa S, Fontana A, Piccinelli R, Donne CL, Lobefalo L, Beccatelli M, Rizzini PL, Seletti D, Mecca R, Beccatelli T, Bondi D. Nutritional physiology and body composition changes during a rapid ascent to high altitude. Appl Physiol Nutr Metab. 2024; 49(6): 723-737. DOI: 10.1139/apnm-2023-0338.

Schulze A, Busse M. Sports Diet and Oral Health in Athletes: A Comprehensive Review. Medicina (Kaunas). 2024; 60(2): 319. DOI: 10.3390/medicina60020319.

Sims ST, Kerksick CM, Smith-Ryan AE, Janse de Jonge XAK, Hirsch KR, Arent SM, Hewlings SJ, Kleiner SM, Bustillo E, Tartar JL, Starratt VG, Kreider RB, Greenwalt C, Rentería LI, Ormsbee MJ, VanDusseldorp TA, Campbell BI, Kalman DS, Antonio J. International society of sports nutrition position stand: nutritional concerns of the female athlete. J Int Soc Sports Nutr. 2023; 20(1): 2204066. DOI: 10.1080/15502783.2023.2204066.

Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. (2012). Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. Physiol Rev, 92(1): 157-91. DOI: 10.1152/physrev.00012.2011.

The dependence of the academic performance of university students on the level of their physical activity / E. Romanova, A. Vorozheikin, D. Konovalov [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, No. 2. – P. 404-409. – DOI 10.7752/jpes.2023.02049.

REFERENCES

Baevsky RM, Berseneva A. P., Bersenev Mue, Eshmanova AK. (2009). Ispolzovaniye printsipov donozologicheskoy diagnostiki dlya otsenki funktsionalnogo sostoyaniya organizma v usloviyakh stressa na primere voditeley avtobusov. [The use of the principles of prenosological diagnostics to assess the functional state of the body under stress]. As seen in the example of bus drivers. Physiol. Human, Vol. 1, No 35, pp. 41-51. (in Russian).

Baranov V.M., Baevsky P.M., Berseneva A.P., Mikhailov V.M. (2004). Otsenka adaptatsionnykh vozmozhnostey organizma i zadachi povysheniya effektivnosti zdravookhraneniya. [Assessment of the adaptive capabilities of the body and the task of improving the effectiveness of healthcare]. Human ecology, No 6, pp. 25-29. (in Russian).

Bykov E.V., Kolomiets O.I. (2016). Sovershenstvovaniye metodov kontrolya za trenirovochnym protsessom na osnove sovremennykh informatsionnykh tekhnologiy. [Improvement of methods of control over the training process based on modern information technologies]. Theory and practice of physical culture, No 5, pp. 59-61. (in Russian).

Comprehensive program for flat foot and posture disorders prevention by means of physical education in 6-year-old children / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – P. 2655-2662. – DOI 10.7752/jpes.2022.11337.

Girls with “different volumes and intensity of physical activity constitution types”: A comparative analysis / M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin, E. Romanova [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – P. 1436-1443. – DOI 10.7752/jpes.2021.03183.

Improving the physical health of female students using boxing specialization in physical education / M. Kudryavtsev, V. Kovalev, A. Osipov [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, No. 7. – P. 1576-1582. – DOI 10.7752/jpes.2023.07193.

Jordanishvili A.K. (2019). Rotovaya zhidkost vzroslogo cheloveka: vozrastnyye osobennosti fiziko-khimicheskikh svoystv i mikrokristallizatsii. [Oral fluid of an adult: age-related features of physico-chemical properties and microcrystallization]. Adv Gerontol, Vol. 3, No 32, pp. 477-482. (in Russian).

Kiselev Ya.V., Bocharin I.V., Guryanov M.S., Edelev A.S. (2019). Ispolzovaniye sovremennykh trenirovochnykh sredstv vo florbole. [The use of modern training tools in floorball]. Modern problems of physical education, sports training, wellness and adaptive physical culture, pp. 183-187. (in Russian).

Kiselev Ya.V., Bocharin I.V., Guryanov M.S., Kapkov E.A. (2019). Faktory, vliyayushchiye na prezhdvremennoye zaversheniye sportivnoy legkoatleticheskoy karyery. [Factors influencing the premature end of a sports athletics career]. Actual problems and modern trends in the development of athletics in Russia and in the world, pp. 45-48. (in Russian).

Kolomiets O.I., Petrushkina N.P., Bykov E.V. (2017). Osobennosti metabolicheskikh adaptatsionnykh izmeneniy pri razlichnykh fizicheskikh nagruzkakh. [Features of metabolic adaptive changes during various physical activities]. Nauka. Innovation. Technologies, No 1, pp. 207-216. (in Russian).

Martusevich A.K., Bocharin I.V., Karuzin K.A. and others (2022). Kompleksnaya otsenka strukturno-metabolicheskikh osobennostey plazmy krovi u vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov. [A comprehensive assessment of the structural and metabolic features of blood plasma in highly qualified sportsmen]. Journal of Physical Education and Sport, Vol 22, No 1, pp. 160-166. (in Russian).

Martusevich A.K., Karuzin K.A., Bocharin I.V., Surovegina A.V. (2022). Monitoring effektivnosti personalizirovannoy metabolicheskoy korrektsii u sportsmenov s ispolzovaniyem metodov biokristallomiki. [Monitoring the effectiveness of personalized metabolic correction in athletes using biocrystallomics methods]. International Journal of Biology and Biomedical Engineering, No 16, pp. 175-178. (in Russian).

Martusevich A.K., Kamakin N.F. (2014). Edinyy algoritm izucheniya svobodnogo i initsiirovannogo kristallogeneza biologicheskikh zhidkostey. [Unified algorithm for studying free and initiated crystallogenesis of biological fluids]. Klin laboratory diagnostics, No 6, pp. 21-4. (in Russian).

Mishchenko I.A., Kashkarov V.A. (2015). Kontrol osobennostey adaptatsii vysokokvalifitsirovannykh sportsmenov-tkhekvondistov k trenirovochnym nagruzkam v usloviyakh srednegoria. [Control of the peculiarities of adaptation of highly qualified taekwondo athletes to training loads in the conditions of the Middle mountains]. Physical culture and health, No 4, pp. 56-61. (in Russian).

Mendes MA, da Silva I, Ramires V, Reichert F, Martins R, Ferreira R, Tomasi E. (2018). Metabolic equivalent of task (METs) thresholds as an indicator of physical activity intensity. PLoS One, 13(7), e0200701. DOI: 10.1371/journal.pone.0200701.

Moggetti P, Bacchi E, Brangani C, Donà S, Negri C. (2016). Metabolic Effects of Exercise. Front Horm Res, 47, 44-57. DOI: 10.1159/000445156.

Neufer PD. (2018). The Bioenergetics of Exercise. Cold Spring Harb Perspect Med, 1, 8(5), a029678. DOI: 10.1101/cshperspect.a029678.

Norton K, Norton L, Sadgrove D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. J Sci Med Sport, 13(5), 496-502. DOI: 10.1016/j.jsams.2009.09.008.

Pancu G, Lăcătușu S, Căruntu ID, Iovan G, Ghiorghe A. (2006). Evaluarea activității bolii carioase cu ajutorul indicelui de microcristalizare salivară Evaluation of caries activity using the micro-crystallization saliva index (IMK). Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi, 110(1), 206-11.

Physical activity and metabolism of girls with different somatotypes / E. Romanova, M. Kolokoltsev, A. Vorozheikin [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2022. – Vol. 22, No. 4. – P. 900-906. – DOI 10.7752/jpes.2022.04114.

Santangelo C, Verratti V, Mrakic-Sposta S, Ciampini F, Bonan S, Pignatelli P, Pietrangelo T, Pilato S, Moffa S, Fontana A, Piccinelli R, Donne CL, Lobefalo L, Beccatelli M, Rizzini PL, Seletti D, Mecca R, Beccatelli T, Bondi D. (2024). Nutritional physiology and body composition changes during a rapid ascent to high altitude. Appl Physiol Nutr Metab, Vol. 49, No 6, pp. 723-737. DOI: 10.1139/apnm-2023-0338.

Schulze A, Busse M. (2024). Sports Diet and Oral Health in Athletes: A Comprehensive Review. Medicina (Kaunas), Vol. 60, No 2, pp. 319. DOI: 10.3390/medicina60020319.

Sims ST, Kerksick CM, Smith-Ryan AE, Janse de Jonge XAK, Hirsch KR, Arent SM, Hewlings SJ, Kleiner SM, Bustillo E, Tartar JL, Starratt VG, Kreider RB, Greenwalt C, Rentería LI, Ormsbee MJ, VanDusseldorp TA, Campbell BI, Kalman DS, Antonio J. (2023). International society of sports nutrition position stand: nutritional concerns of the female athlete. J Int Soc Sports Nutr, Vol. 20, No 1, pp. 2204066. DOI: 10.1080/15502783.2023.2204066.

Thompson D, Karpe F, Lafontan M, Frayn K. (2012). Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology. Physiol Rev, 92(1): 157-91. DOI: 10.1152/physrev.00012.2011.

The dependence of the academic performance of university students on the level of their physical activity / E. Romanova, A. Vorozheikin, D. Konovalov [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2023. – Vol. 23, No. 2. – P. 404-409. – DOI 10.7752/jpes.2023.02049.