

ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИКО-БИОФИЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИМЕНИ А.И. БУРНАЗЯНА»

А.С. Самойлов, Н.В. Рылова, А.В. Жолинский

## **МИНЕРАЛЬНЫЙ ОБМЕН У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ**

Москва, 2021 г.

**УДК 612.744.24+612.015.31:796.071.2**

**ББК 75.01**

**C172**

Рецензент: Тахавеева Фарида Вазыховна, доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии и реабилитации Казанского государственного медицинского университета

Авторы: Самойлов Александр Сергеевич – д.м.н., проф., член-корр. РАН, генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Рылова Наталья Викторовна – д.м.н., проф., заведующая лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Жолинский Андрей Владимирович – к.м.н., директор ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России

C172 А.С. Самойлов, Н.В. Рылова, А.В. Жолинский. Минеральный обмен у юных спортсменов. – Москва: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2021. – 120 с.

Большинство исследований, в которых обсуждалась роль минералов при высокоинтенсивных занятиях спортом, касались взрослых. В то же время дисэлементозы среди юных спортсменов остаются наименее изученными, хотя и чрезвычайно распространенными состояниями. Известно, что организм ребенка, испытывающий предельные физические и психоэмоциональные нагрузки, высокочувствителен к дефициту макро- и микроэлементов. Так, нарушение обмена минералов является одним из факторов, способных привести к широкому спектру расстройств в состоянии здоровья детей и подростков.

В монографии представлены исследования с использованием чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. В настоящее время с целью получения высокоточного результата используются многоэлементные методы атомно-эмиссионной спектromетрии и масс-спектротометрии с индуктивно-связанной аргоновой плазмой. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес привлекают исследования таких биологических субстратов, как волосы и слюна, т.к. неинвазивность, информативность и доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков.

**ISBN 978-5-905926-95-2**

© Авторский коллектив, 2021

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна  
ФМБА России, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
Глава 1. Учение о микроэлементах и микроэлементах....	6
1.1. Представления о макро- и микроэлементах.....	6
1.2. Значение макро- и микроэлементов в метаболизме юных спортсменов.....	14
Глава 2. Материалы и методы исследования.....	30
2.1. Материал исследования.....	30
2.2. Методы исследования.....	34
2.2.1. Масс-спектрометрия с индуктивно- связанной аргоновой плазмой.....	35
2.2.2. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной аргоновой плазмой.....	38
2.2.3. Методы статистической обработки.....	39
Глава 3. Клиническая характеристика исследуемых групп..	56
Глава 4. Результаты собственных исследований.....	56
4.1. Показатели макро- и микроэлементного состава слюны детей и подростков исследуемых групп.....	56
4.2. Взаимосвязь показателей элементного статуса слюны юных спортсменов и подростков, не занимающихся спортом, от различных факторов.....	70
4.3. Показатели макро- и микроэлементного состава волос у девочек исследуемых групп.....	77
4.4. Взаимосвязь показателей макро- и микроэлементного статуса волос юных спортсменов и детей, не занимающихся спортом, от различных факторов.....	81
4.5. Изучение сопоставимости содержания элементов в различных биологических средах.....	85
Заключение.....	87
Список сокращений.....	92
Список литературы.....	93
Список иллюстративного материала.....	119

## ВЕДЕНИЕ

По данным отечественных ученых, дисмакро- и микроэлементозы встречаются у подавляющего большинства населения различных регионов России. Несмотря на наличие широкомасштабных исследований дисбаланса минералов, проблема их высокой распространенности у детей остается актуальной, и до настоящего времени недостаточно изученной.

За последние десять лет в России и за рубежом появились работы, показывающие, что отклонения в содержании химических элементов в организме человека могут быть вызваны различными факторами: внешними (экология, питание, образ жизни) или внутренними (заболевания, генетические особенности и др.). В то же время имеется ограниченное количество сведений о взаимосвязях содержания минералов и показателями деятельности спортсменов. В частности, нет полного представления о том, как реализуется в организме взаимодействие макро- и микроэлементов между собой, и как это взаимодействие отражается на тренировочной и соревновательной деятельности.

Большинство исследований, в которых обсуждалась роль минералов при высокоинтенсивных занятиях спортом, касались взрослых атлетов. В то же время дисэлементозы среди юных спортсменов остаются наименее изученными, хотя и чрезвычайно распространенными состояниями. Известно, что организм ребенка, испытывающий предельные физические и психоэмоциональные нагрузки, высокочувствителен к дефициту макро- и микроэлементов. Так, нарушение обмена минералов является одним из факторов, способных привести к широкому спектру расстройств в состоянии здоровья детей и подростков.

По данным литературы, наиболее важными элементами для восстановления физической работоспособности являются: кальций (Ca), магний (Mg), калий (K), железо (Fe), хром (Cr), цинк (Zn) и селен (Se).

В педиатрической практике главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием макро- и микроэлементов и состоянием здоровья, является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. В настоящее время с целью получения высокоточного результата используются многоэлементные методы атомно-эмиссионной спектromетрии и масс-спектриметрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес привлекают исследования таких биологических субстратов, как волосы и слюна, т.к. неинвазивность, информативность и доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков.

# ГЛАВА 1. УЧЕНИЕ О МИКРОЭЛЕМЕНТАХ И МИКРОЭЛЕМЕНТОЗАХ

## 1.1. Представления о макро- и микроэлементах

Дисмакро- и микроэлементозы встречаются у подавляющего большинства детского и взрослого населения Российской Федерации [54, 62, 84, 137, 157, 180]. Дефицит зависит от региона проживания, социального статуса, профессии [66, 67, 68, 144]. Особенно актуальна проблема макро- и микроэлементозов детского организма, отличающегося от взрослого незавершенностью процессов биологического и психологического развития [139, 250]. Система микроэлементов функционирует как особый аппарат поддержания постоянства элементного состава живых организмов. Непосредственное участие многих элементов в большинстве биохимических процессов, связанных с развитием и ростом, делает проблему их изучения чрезвычайно актуальной для педиатрии и физиологии [38, 44, 146, 181, 229].

Учение о микроэлементах и микроэлементозах заложено в 20-е годы XX столетия выдающимся русским ученым-биохимиком В.И. Вернадским. С 1920 по 1932 годы он опубликовал работы, показавшие связь между химическим составом живых организмов и химией земной коры. В дальнейшем вопрос углубленно изучен А.П. Виноградовым (сформулировал понятие о биогеохимических провинциях), В.В. Ковальским, Г.А. Бабенко, А.П. Авцыным, А.А. Жаворонковым (создали учение о микроэлементозах), В.Л. Сусликовым и др. [86, 102, 140]. С начала 1980-х годов интерес к проблеме микроэлементозов в России стал ослабевать, а за рубежом именно в это время начинается новый расцвет микроэлементологии (E. Underwood, W. Merts, H. Zunkley, D. Oberleas, M. Anke и др.) [104].

Большой вклад в изучение физиологии и патологии минерального обмена вложили ученые Казанской педиатрической школы. Многолетние исследования посвящены изучению роли эссенциальных и токсичных микроэлементов как при физиологических, так и патологических состояниях [81].

Несмотря на длительную историю изучения химических элементов, на современном этапе остаётся немало вопросов. Так, до сих пор нет единой и совершенной классификации биоэлементов. Традиционно все минеральные вещества делят на три группы по содержанию их в организме человека: макроэлементы, концентрация которых в организме превышает 0,01%, микроэлементы (концентрация от 0,00001% до 0,01%) и ультрамикроэлементы (концентрация ниже 0,000001%). В основе другой классификации лежат представления о физиологической роли химических элементов в организме. Согласно ей, химические элементы делятся на «эссенциальные» (жизненно необходимые), «условно–эссенциальные» и токсичные. В основе следующей классификации лежит «тропность» элементов к определенным органам и тканям. Согласно данной схеме элементы предложено делить на три группы: локализующиеся в костной ткани, локализующиеся в ретикулоэндотелиальной системе, и элементы, не обладающие тканевой специфичностью. Согласно классификации, предложенной В.Л. Сусликовым, химические элементы («атомовиты») делятся: по количественному состоянию в организме человека (стабильные, постоянные, временные); по «анатомио–физиологическим» свойствам (структурные, биокаталитические, эндокринные, гематоатомовиты); по «витальному значению» для организма человека (незаменимые, взаимозаменяемые, недостаточно изученные); по интенсивности всасывания в желудочно–кишечном тракте. Обилие предложенных классификаций уже само по себе говорит об их несовершенстве. Действительно, «структурные» элементы одновременно являются «эссенциальными», в свою очередь, «эссенциальные» при

определённых условиях становятся «токсическими», а «токсические» элементы в малых концентрациях могут быть полезными и даже необходимыми [140, 143].

В последнее время обращают на себя внимание новые классификации биоэлементов. Так, Полянская И.С. (2014) предлагает перейти на единую международную классификацию биоэлементов с учетом действительного значения латинских приставок (макро-, милли-, микро-, нано- элементов) по среднему содержанию в крови или в женском молоке (содержание элементов в этой биологической среде в разных районах мира различается мало, в силу гомеостатических механизмов) [112].

Актуальной остаётся задача достоверной оценки минерального дисбаланса у человека (при многих болезнях и в условиях физиологической нормы). Трудности в решении этой проблемы связаны с отсутствием достоверных и обоснованных критериев элементного дисбаланса, особенно на его латентной (доклинической) стадии. Широко используемая в настоящее время количественная оценка минерального состава биосубстратов проявляет себя как валидный показатель нарушенного элементного гомеостаза лишь при крайних формах гипо- и гиперэлементозов, клиническая диагностика которых вполне доступна. Распознавание латентных форм элементозов (абсолютное большинство всех нарушений элементного гомеостаза) с помощью прямого измерения уровня минералов в биосубстратах является затруднительным [61].

Главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием макро- и микроэлементов и состоянием здоровья человека является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. С этой целью исследователями используются самые разнообразные инструментальные методы, в том числе молекулярно-абсорбционный, спектральный, электрохимический, хроматографический, радиохимический, атомно-абсорбционный. В последние годы все большее распространение получают многоэлементные методы:



рентгенофлуоресцентный и нейтронно-активационный, а также методы атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Наиболее информативными маркерами воздействия химических элементов на ранней стадии клинической диагностики микроэлементозов принято считать те ткани и органы, которые депонируют и накапливают элементы. Так, цельная кровь, сыворотка крови, слюна, моча, ликвор, спинномозговая жидкость и другие биосубстраты являются информативными биосредами для диагностики состояния здоровья человека. Твердые ткани (волосы, ногти, зубы) представляют элементный статус, сформировавшийся на протяжении длительного времени, и также пригодны для исследований на больших группах населения [149]. На современном этапе анализ элементов в отдельно взятой биологической среде организма представляется односторонним и необъективным, перспективными же являются исследования, показывающие взаимоотношения между содержанием биоэлементов в различных субстратах [65]. Одни методы, например, определение элементов в крови и моче, уже давно используются специалистами различных медико-биологических направлений, другие, такие, как определение микроэлементов в волосах, костной ткани, только сейчас входят во врачебную практику [117, 143, 244].

Волосы являются отличным материалом для исследования макро- и микроэлементов. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона [56, 88, 146, 139]. В исследованиях отечественных ученых показано, что химический состав волос – интегральный показатель, который подвержен более выраженным изменениям, чем цельная кровь,

что определяет ценность данного биосубстрата, в том числе и на стадии донозологической диагностики [69].

Состав слюны, в отличие от сыворотки крови, стал предметом изучения только в последние десятилетия. Смешанная слюна – это биологическая жидкость, в состав которой входят белки, ферменты, гормоны, липиды, углеводы и минеральные компоненты из слюнных желёз, сыворотки крови и тканей полости рта [11, 101]. Слюнные железы тонко реагируют на любые изменения в состоянии внутренних органов и систем организма, будь это патологический процесс или физиологическое состояние [41]. Сбор и анализ слюны – один из новых и нетравматичных методов исследования в медицине, имеет хорошие перспективы для осуществления неинвазивных способов контроля за состоянием здоровья населения [58]. Доступность протоков и особенности регуляции слюноотделения создают удобства для исследования секрета желез в диагностических целях и не требуют специальных условий для сбора материала, что удобно при массовых обследованиях [18, 145, 248].

В настоящее время не вызывает сомнений значительная роль макро- и микроэлементов в многообразных функциях организма в целом и каждой клетки в отдельности. Микроэлементы проявляют убиквитарные функции, т.е. участвуют во всех биохимических процессах и оказывают влияние на нормальное функционирование всего организма [13, 33, 63, 86, 142, 187]. Причины дефицита микроэлементов многочисленны: недостаточное поступление в связи с низким содержанием элементов в продуктах питания, нарушение усвоения, увеличение потребности и др. [151, 162, 179].

Состояние здоровья человека во многом определяется рациональным питанием, оно обеспечивает нормальный рост и развитие организма, способствует профилактике заболеваний [47, 150, 158, 161]. Полноценная диета должна быть сбалансирована по содержанию белков, жиров, углеводов, витаминов и

минералов. Это особенно актуально в детском и подростковом возрасте, когда высока скорость протекания пластических процессов в организме и, соответственно, во много раз выше потребность в макро- и микронутриентах. Организм ребенка, в силу функциональной незрелости, реагирует на несбалансированность рациона изменением физического и психического развития, нарушением гомеостаза, ослаблением естественного и приобретенного иммунитета. Многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов позволили установить связь фактора питания и заболеваемости по таким классам болезней, как эндокринные заболевания, болезни расстройства питания, обмена веществ, органов пищеварения [80]. Нерациональное питание – наиболее распространенная причина недостатка минеральных веществ. В рационе детей и подростков снижено количество таких продуктов как мясо, молоко, рыба, яйца, растительное масло, фрукты и овощи, а употребление рафинированных продуктов и продуктов низкого качества, содержащих большое количество углеводов (хлебобулочная продукция, картофель, сладости), постоянно увеличивается. Всё это создает дефицит эссенциальных алиментарных факторов, снижает защитные силы организма, приводит к ухудшению показателей здоровья и антропометрических характеристик у детей, препятствует усвоению необходимых макро- и микроэлементов [5, 53, 164, 236, 257].

Широко распространенной формой недостаточности микроэлементов является субнормальная обеспеченность микронутриентами, которая встречается среди практически здоровых детей разного возраста. Основные её причины - нарушения в питании беременных и кормящих матерей, нерациональное вскармливание детей первого года жизни, широкое использование в питании рафинированных продуктов, потеря микронутриентов при длительном хранении и кулинарной обработке. Субнормальная обеспеченность микронутриентами

длительно протекает латентно и не сопровождается выраженными симптомами, но значительно снижает устойчивость детей к действию различных инфекций, их физическую и умственную работоспособность, замедляет сроки выздоровления больных [60, 63].

Химический состав биологических объектов зависит и от биогеохимических особенностей региона. Известно, что на поверхности Земли обнаруживаются области с повышенным или пониженным содержанием определенных химических элементов [147, 175, 193, 206, 238]. Так как совершенно нерастворимых в воде веществ нет, теоретически каждый химический элемент, содержащийся в земной коре, должен находиться в тех или иных количествах в природных водах [7, 15, 27]. Качество природных вод является важным фактором здоровья населения. Химический состав воды является уникальным для конкретной местности, а микроэлементный статус человека зависит от содержания минералов в питьевой воде [32, 168, 178]. Неблагоприятный состав питьевой воды является одним из ведущих факторов возникновения заболеваний у взрослых и детей [46, 90]. Влияние длительного употребления питьевой воды некачественного микроэлементного состава также негативно отражается на минеральном статусе человека [12, 14, 28, 128].

В настоящее время большое значение приобретают техногенные дисэлементозы. Антропогенное загрязнение окружающей среды связано с микроэлементами из группы тяжелых металлов и радиоактивными изотопами. Производственная деятельность способствует появлению в окружающей среде отдельных районов с аномальным содержанием химических элементов. Формируются техногенные геохимические ландшафты, а при накоплении радиоактивных элементов – радиогеохимические провинции [27, 190]. Исследования, проведенные рядом авторов, позволили во многом связать состояние здоровья населения с состоянием окружающей среды данной местности [1, 118, 138, 159, 228]. Изменение

микроэлементного состава тканей человека соответствует элементному составу техногенных геохимических аномалий в местах проживания.

Заболевания внутренних органов могут значительно нарушить обмен минеральных веществ в организме. Хронические гастриты, гастродуодениты, энтериты, патология билиарного тракта способны приводить к дисбалансу железа, меди, цинка, селена и других минералов [15, 104, 156, 160, 163]. При хронических заболеваниях почек (хронический пиелонефрит, хронический гломерулонефрит) увеличивается потеря минеральных веществ с мочой. Так, дисмикрорэлементоз у детей с хроническим пиелонефритом проявляется дефицитом эссенциальных элементов – кобальта, селена, хрома, марганца, железа, магния и избытком меди, натрия, свинца [256]. Элементный дисбаланс у детей с дисметаболической нефропатией характеризуется изменениями концентраций бора, магния, селена, натрия [43, 77, 111, 124, 134]. Анализ данных литературы свидетельствует о наличии различных изменений содержания химических элементов и у больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы [96, 107, 121, 136].

Таким образом, отклонения в содержании химических элементов в организме человека могут быть вызваны различными факторами: внешними (экология, профессия, питание) или внутренними (заболевания, генетические особенности и др.). Нарушение обмена макро- и микроэлементов является одним из факторов, способных привести к широкому спектру расстройств в состоянии здоровья детей и подростков. Накопленные в литературе данные подтверждают перспективность скрининговых исследований макро- и микроэлементов в биосубстратах у различных групп населения [21].

На сегодняшний день имеется ограниченное количество работ о взаимосвязях содержания минералов и показателями деятельности юных спортсменов. В частности, нет полного представления о том, как реализуется в организме

взаимодействие макро- и микроэлементов между собой, и как это взаимодействие отражается на тренировочной и соревновательной деятельности.

## **1.2. Значение макро- и микроэлементов в метаболизме юных спортсменов**

Современное развитие спорта высших достижений целиком и полностью опирается на детско-юношеский спорт [48, 50, 78, 85, 97]. К занятиям физической культурой привлечено более 3 миллионов детей, подростков, юношей и девушек, из них 63,3 тысячи – высококвалифицированные спортсмены [29, 133, 135, 172].

С каждым десятилетием большой спорт молодеет [17, 70, 76, 98, 170]. Главная задача медицинского наблюдения за юными спортсменами заключается в комплексном подходе, направленном на изучение адаптации организма к физическим нагрузкам [19, 34, 64, 83, 100, 169].

Учебно-тренировочный процесс юных спортсменов требует напряженности обменных процессов, а значит увеличения расходов и потребности в энергии, витаминах и минералах [30, 91, 108, 208, 217, 245]. Потеря биоактивных элементов приводит к нарушению гомеостаза - это лимитирует жизненно важные функции организма спортсмена [39, 87, 141, 191, 258]. Основой этих нарушений являются дефицит эссенциальных и накопление токсичных минералов [110, 115, 122, 182, 185]. Организм молодого атлета, испытывающий предельные нагрузки, высокочувствителен к дефициту макро- и микроэлементов [116, 167, 217, 243].

Дисэлементозы у юных спортсменов – наименее изученные состояния, хотя и чрезвычайно распространенные. Они интенсивно изучаются на протяжении нескольких лет специалистами различных направлений в России и за рубежом, но интерес к проблемам данного состояния не ослабевает.

По данным литературы, наиболее важное значение для восстановления физической работоспособности имеют следующие макро- и микроэлементы: кальций, калий, магний, хром, железо, цинк и селен [114, 141].

Среди элементов, которые входят в состав человеческого тела, кальций занимает 5-е место после четырех главных элементов – углерода, кислорода, водорода и азота. Это один из важнейших для организма макроэлементов. Кальций, с одной стороны, выполняет важную пластическую функцию, образуя прочные соединения с белками, фосфолипидами и органическими кислотами, а с другой – влияет на протекающие в организме физиологические и биохимические процессы. Он принимает участие в регуляции проницаемости клеточных мембран, механизме мышечного сокращения, секреции и действии гормонов, контролирует ряд ферментных процессов, участвует в свертывании крови [93, 79, 199].

Большую роль кальций играет в построении костной ткани [49, 123, 221]. Он поступает в организм с продуктами питания и питьевой водой, но попадающие с пищей соединения практически нерастворимы в воде, поэтому кальций относится к трудноусвояемым элементам [99]. В плазме кальций представлен двумя фракциями: диффундирующей (комплексы кальция с белками – примерно 1/3 общего количества) и не диффундирующей (ионизированный кальций и его комплексы с кислотами). Комплексы кальция с белками служат своего рода депо [20].

Изменение концентрации ионизированного кальция имеет весьма тяжелые последствия. Её падение приводит к нарушению минерализации костной ткани, рахиту и остеомалации, снижению и утрате мышечного тонуса, повышенной возбудимости двигательных нейронов и тетаническим судорогам [24, 195]. Комплекс ионизированного кальция с белком кальмодулином оказывает влияние не только на активность большого числа ферментов и транспорт ионов, но и на функционирование многих

структурных элементов в клетке. В первую очередь это актин-миозиновый комплекс гладких мышц, а в других клетках – микрофиламенты, которые влияют на подвижность, изменение формы клеток, высвобождение секреторных гранул, процесс эндоцитоза. Не менее значима роль ионизированного кальция как медиатора действия гормонов – вазопрессина, адренкортикотропного гормона, ангиотензина II, серотонина, гонадолиберина, лютеинизирующего гормона [155].

В клетках концентрация кальция незначительна. В основном этот кальций связан с белками и фосфолипидами клеточных мембран и мембран органелл. Во внеклеточной жидкости концентрация кальция выше. Градиент концентрации ионов кальция по разные стороны от мембраны поддерживается с помощью кальциевого насоса. В костях кальций представлен фосфатами, карбонатами, солями органических кислот [72].

Минеральные компоненты костной ткани находятся в состоянии химического равновесия с ионами кальция и фосфата сыворотки крови. При недостаточном поступлении макроэлемента в период роста организм не способен достичь генетически запрограммированной пиковой костной массы. У взрослого человека за 1 сутки из костной ткани выводится до 700 мг кальция и столько же откладывается вновь. Следовательно, костная ткань, помимо опорной функции, играет роль депо кальция и фосфора, откуда организм извлекает их при недостатке поступления с пищей. Постоянно происходящие процессы резорбции и образования новой костной ткани регулируются разными факторами. К ним в первую очередь относят кальцийрегулирующие гормоны: паратгормон, кальцитонин, активный метаболит витамина D<sub>3</sub>-кальцитриол [140, 143, 177, 232].

На метаболизм кальция в организме большое влияние оказывают пищевые продукты. Так, богатым источником элемента являются молоко и молочные продукты, поэтому они должны содержаться в рационе юных спортсменов в достаточном



количестве [251]. Усвояемость кальция зависит от его соотношения с ингредиентами пищи, в основном с жирами, магнием и фосфором. На всасывание макроэлемента отрицательно влияет избыток магния и калия в пище, которые конкурируют с ним за желчные кислоты.

Большое значение для динамики концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  имеет секреция кортизола. Так, у спортсменов с высоким содержанием кортизола в крови часто отмечается потеря кальция. Повышенное его потребление наблюдается при росте костной ткани у подростков и у спортсменов при интенсивных физических нагрузках. В юношеском возрасте при интенсивном росте организма дефицит  $\text{Ca}^{2+}$  проявляется мышечными болями и судорогами, особенно после интенсивных физических нагрузок [121, 152, 225]. Все это ограничивает занятия спортом. Характер изменений в содержании  $\text{Ca}^{2+}$  отражает функциональное состояние организма спортсменов, и поэтому эти данные можно использовать как дополнительные диагностические критерии, позволяющие судить об интенсивности минерального обмена, а также о возможности своевременного выявления предпатологических состояний [211, 208].

У спортсменов кальций относится к «минералам риска» [227, 259]. Нормальная и стабильная концентрация его является обязательным условием жизни. Измененный уровень данного элемента в крови может служить прогнозом возникновения травматологических заболеваний и нарушений в деятельности сердечно-сосудистой системы. Своевременная коррекция минерального состава и микроэлементов является важнейшим средством профилактики травматизма и нарушений в работе сердца у спортсменов в условиях напряженных тренировочных и соревновательных нагрузок [45, 142].

Магний является важнейшим внутриклеточным компонентом. В организме взрослого человека содержится 140 грамм магния, причем 2/3 от этого количества приходится на

костную ткань. До 80-90% внутриклеточного магния находится в митохондриях [196].

В крови человека около 50% магния находится в связанном состоянии, а остальная часть в ионизированном. Главное депо магния находится в костях и мышцах. Магний участвует в обменных процессах, тесно взаимодействуя с калием, натрием, кальцием, является активатором для множества ферментативных реакций. Нормальный уровень магния в организме необходим для обеспечения «энергетики» жизненно важных процессов, регуляции нервно-мышечной проводимости, тонуса гладкой мускулатуры, стимуляции образования белков. Магний участвует в регуляции состояния клеточной мембраны и трансмембранном переносе ионов кальция и натрия, самостоятельно участвует во многих метаболических реакциях по образованию, накоплению, переносу и утилизации энергии, свободных радикалов и продуктов их окисления. Поэтому микроэлемент в первую очередь определяет нормальную работу нервной системы, функцией которой является управление деятельностью организма, координирование протекающих в нем процессов, установление взаимосвязей организма с внешней средой, формирование адекватных приспособительных реакций и стрессоустойчивости [184].

Дефицит макроэлемента проявляется разнообразными клиническими симптомами и синдромами, которые можно сгруппировать по нарушениям основных функций магния. Первая группа заболеваний связана с нарушением электрической возбудимости клетки. При дефиците ионов  $Mg^{2+}$  нарушается их обмен на мембране клеток, электрическая возбудимость клеток повышается, и клетка становится перевозбудимой: сверхвозбудимость нервных клеток проявляется тем, что человек становится эмоциональным, плаксивым, раздражительным, тревожным, подавленным, плохо спит. Повышение возбудимости кардиомиоцитов может привести к тахикардии и эктопическим аритмиям. При повышении возбудимости клеток скелетной

мускулатуры у больного появляются судороги, мышечные подергивания, тики, дрожь, боли в икроножных и шейных мышцах. Гипервозбудимость клеток гладкой мускулатуры сосудов сопровождается повышенным артериальным давлением и головной болью [74, 246].

Вторая группа заболеваний обусловлена участием магния в ферментах по обслуживанию энергетических реакций. Поэтому недостаток элемента сопровождается повышенной утомляемостью (умственной и физической) при обычных нагрузках, неадекватным теплообменом (быстрая истощаемость энергоресурсов, зябкость) [148].

Третья группа нарушений функций магния связана с его структурообразующей ролью в медиаторном обмене. Во-первых, магний образует участки в структуре ряда рецепторов к ацетилхолину, норадреналину и дофамину. Во-вторых, магний необходим для нормального обмена нейромедиаторов (тирозина, дофамина, норадреналина, серотонина, гамма-аминомасляной кислоты). Эта группа причин вызывает депрессии, нарушение координации движений, внимания, памяти, настроения [36].

При длительно существующей недостаточности магния развиваются обменные нарушения [127]. В первую очередь формируется патологическая компартментализация элементов под воздействием гипوماгнегистии в различных органах, биологических жидкостях и тканях. Например, в гипوماгниевого биосредах с годами накапливаются соли кальция (кальцификация суставов, связочного аппарата, старение кости), кальцификация атеросклеротических бляшек аорты и других сосудистых локализаций [226]. Также инициируется камнеобразование в желчном пузыре, камнеобразование в почках и мочевом пузыре, накопление токсичных элементов. К долговременным последствиям дефицита магния относятся: развитие артериальной гипертензии, сердечно-сосудистой патологии, повышенный риск инфаркта миокарда, инсульта мозга, атеросклероза, диабета, снижение иммунитета [3, 59, 239, 253].

Ионы магния входят в состав основного вещества соединительной ткани, участвуют в активации синтеза коллагена фибробластами и укладке коллагеновых волокон в четвертичную структуру. Магниевая недостаточность обуславливает хаотичное расположение волокон коллагена, что является основным морфологическим признаком дисплазии соединительной ткани [42, 176]. Спортсмены довольно часто подвержены дефициту магния, что связано с усиленными продолжительными нагрузками, сопровождающимися потерей магния мышечными клетками в результате повреждений мышечных волокон, стрессами, значительным выведением магния с потом [75, 133, 140, 143].

Диагностировать дефицит магния непросто как по клиническим признакам, что связано с полисимптомностью проявлений, обусловленных участием микроэлемента в регуляции многих физиологических процессов человеческого организма, так и по анализу крови, который дает неполную информацию о содержании макроэлемента [174, 189]. При дефиците он может высвободиться из депо костей, что предотвращает первоначальное снижение концентрации магния в сыворотке крови и, следовательно, нормомагниемия не исключает возможного его дефицита. При обнаружении гипомагниемии диагноз «дефицита магния» неоспорим. Однако в этом случае, как правило, уже исчерпаны возможности компенсации и недостаточность микроэлемента более выражена. У людей, чья жизнь и работа связаны с физическими или эмоциональными стрессами (например, спортсмены), может отмечаться скрытый дефицит магния, который связан с недостаточным восполнением магниевых потерь, нерациональным питанием, повышенной потребностью в этом элементе из-за интенсивной и продолжительной физической нагрузки, стрессов и значительных потерь магния с потом [225].

Исследования минерального обмена у спортсменов показали, что уровень плазматического и эритроцитарного магния часто

находится на нижней границе нормы накануне и после соревнований, а также возрастающих по нагрузке тренировок. Изучение содержания магния в контексте концепции элементного гомеостаза у спортивных гимнастов 8-12 лет по анализу волос выявило лидерство дефицита магния среди 25 изученных элементов. Ни у кого из обследованных спортсменов не было монодефицита магния. Клинически у большинства обследованных с дефицитом магния, превышающим 3-кратное отклонение от нижней границы нормы, определялись нервно-мышечные знаки, свидетельствующие о повышенной возбудимости моторных и нервно-мышечных волокон. Реже магнидефицитная ситуация приводит к дисбалансу натрия, хрома, железа, калия, селена и марганца. Избыток свинца, зафиксированный у некоторых спортсменов, во всех случаях сопровождался дефицитом магния. Это подтверждает факт четкого антагонизма магния и свинца. Восполнение дефицита магния благоприятствовало восстановлению уровня таких нейроактивных микроэлементов, как марганец, кальций и цинк по каскадному принципу, а также способствовало достижению более высоких спортивных результатов, повышало переносимость тяжелой физической нагрузки, восстанавливало квоту магния с учетом усиленных потерь с потом и при физической нагрузке [165].

Калий и магний – два элемента, необходимые для нормальной жизнедеятельности всех клеток организма человека. Процессы обмена калия и магния в организме настолько связаны, что при снижении уровня магния в крови усиливается выведение из организма калия, и на фоне дефицита магния восстановить нормальный уровень калия в крови оказывается весьма сложно [127, 173].

Калий является основным внутриклеточным катионом. Его концентрация в клетках на порядок выше, чем вне клеток. Главной функцией калия является формирование трансмембранного потенциала и распространение изменения

потенциала по клеточной мембране путем обмена с ионами натрия по градиенту концентраций. Вместе с натрием и хлором, калий является постоянным составным элементом всех клеток и тканей. В организме эти элементы содержатся в определенном соотношении и обеспечивают постоянство внутренней среды. В виде катиона калий участвует в поддержании гомеостаза (ионное равновесие, осмотическое давление в жидкостях организма). Хлориды калия и натрия, будучи сильными электролитами, участвуют в генерации и проведении электрических импульсов в нервной и мышечной тканях. Таким образом, калий участвует в поддержании электрической активности мозга, функционировании нервной ткани, сокращении скелетных и сердечных мышц. Калий регулирует активность таких важнейших ферментов как ацетилкиназа, пируватфосфокиназа [94, 233].

Калий вызывает расширение сосудов внутренних органов и сужение периферических сосудов, замедляет ритм сердечных сокращений и, действуя аналогично блуждающему нерву, участвует в регулировании деятельности сердца [216].

Рацион современного человека богат натрием, входящим в состав поваренной соли, что способствует перегрузке организма натрием и дефициту калия. Этот электролитный дисбаланс является важным звеном в процессе развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Стойкая гипокалиемия ассоциирована со значительным ухудшением сердечно-сосудистого прогноза, обусловленным появлением эктопических очагов в желудочках сердца, и удлинением интервала Q-T, считающимися факторами риска внезапной смерти. Обмен калия обусловлен его поступлением извне и выведением почками с мочой. Скорость и объем выделения калия определяются рядом факторов и механизмов и зависят как от уровня самого калия в крови, так и от влияния внутренних регуляторных молекул, например, гормонов альдостерона и вазопрессина. Высокое внутриклеточное содержание калия обеспечивается работой так называемого

натрий-калиевого насоса – особой белковой структуры, расположенной в клеточной мембране, для функционирования которой требуется энергия молекул аденозинтрифосфатная и присутствие ионов магния. Натрий-калиевый насос начинает усиленно работать при повышении уровня калия в крови, под действием альдостерона, «гормонов стресса» катехоламинов (адреналина и норадреналина) и инсулина [233].

Причины гипокалиемии разнообразны [57]. Одна из них обусловлена перемещением калия из плазмы крови и внеклеточного пространства внутрь клеток. Клинически гипокалиемия проявляется миопатическим синдромом – мышечными болями, слабостью, при выраженном снижении сывороточного уровня калия возможен рабдомиолиз, иногда фатальный. Характерны снижение интенсивности перистальтики кишечника, запоры. Возможно развитие периферической полинейропатии, признаком которой служат парестезии. Снижаются адаптационные возможности организма. Пониженное содержание калия проявляется нарушением клеточного метаболизма, приводящим к аритмии, снижению работоспособности, мышечной слабости. Увеличение концентрации данного катиона, выявленное в экспериментах, связано с разрушением мышечных клеток – результатом тяжелой физической нагрузки, приводящим к его накоплению в плазме крови (феномен трансминерализации). Своевременное и полноценное восстановление уровней калия и магния в крови, а также полноценный отдых позволят уменьшить негативное влияние последствий стресса и подготовить организм спортсмена к новым нагрузкам [235].

Важная роль железа для человека установлена еще в 18 веке. Биологическая ценность данного элемента для нормального функционирования организма спортсмена определяется многогранностью его функций и незаменимостью другими металлами в сложных биохимических процессах: дыхании, кроветворении, иммунобиологических и окислительно-

восстановительных реакциях [222]. Железо является незаменимой составной частью гемоглобина и миогемоглобина и входит в состав более 100 ферментов, контролирующих: обмен холестерина, синтез ДНК, качество иммунного ответа на вирусную или бактериальную инфекцию, энергетический обмен клеток, реакции образования свободных радикалов в тканях организма. Как правило, поступающей пищи достаточно, чтобы покрывать потребность организма в железе, но в некоторых случаях необходимо дополнительное поступление этого элемента [198].

В организме железо содержится в нескольких формах. Клеточное железо составляет значительную часть от общего количества, участвует во внутреннем обмене и входит в состав гемосодержащих соединений (гемоглобина, миоглобина, ферментов, например, цитохромов, каталаз, пероксидазы), негемовых ферментов, металлопротеидов. К внеклеточному железу относят свободное железо плазмы и железосвязывающие сывороточные белки (трансферрин, лактоферрин), участвующие в транспорте железа. Запас железа находится в организме в виде двух белковых соединений – ферритина и гемосидерина – с преимущественным отложением в печени, селезенке и мышцах и включается в обмен при недостаточности клеточного железа. Источником железа в организме являются пищевое железо, всосавшееся в кишечнике, и железо из разрушаемых в процессе обновления клеток эритроцитов. Различают гемовое (содержащее протопорфирин) и негемовое железо. Обе формы усваиваются на уровне эпителиоцитов двенадцатиперстной кишки и проксимального отдела тощей. В желудке возможна абсорбция только негемового железа, на долю которого приходится не более 20%. В эпителиоцитах гемовое железо распадается на ионизированное железо, окись углерода и билирубин, причем усвоение его не связано с кислотно-пептической активностью желудочного сока. Негемовое железо, получаемое из пищи, первоначально образует легкорастворимые соединения с



компонентами пищи и желудочного сока, что благоприятствует его усвоению. Ускоренное усвоение железа происходит под влиянием янтарной, аскорбиновой, пировиноградной, лимонной кислот, а также фруктозы, сорбита, метионина и цистеина. Напротив, фосфаты, а также сок поджелудочной железы, содержащий ингибиторы всасывания железа, ухудшают его абсорбцию [92]. Транспорт железа осуществляется белком трансферрином, который переносит железо в костный мозг, в места клеточных запасов железа (паренхиматозные органы, мышцы) и во все клетки организма для синтеза ферментов.

Физиологическая потеря железа происходит с калом. Незначительная часть железа теряется с потом и клетками эпидермиса. Дефицит железа в организме развивается, когда потери его превышают 2 мг/сутки. Организм регулирует запасы железа в зависимости от его потребностей путем увеличения его усвоения при прежнем количестве. Всасываемость железа определяется взаимоотношением трех главных факторов: количеством железа в просвете тонкой кишки, формой катиона железа, функциональным состоянием слизистой оболочки кишечника. В желудке ионное трехвалентное железо переходит в двухвалентную форму. Всасывание железа осуществляется и наиболее эффективно протекает главным образом в двенадцатиперстной и в начальной части тощей кишки. Механизмы регуляции всасывания железа окончательно не выяснены, но твердо установлено, что всасывание ускоряется при его дефиците и замедляется при увеличении его запасов в организме [140, 143].

У спортсменов, как правило, выделяют полидефицитную (спортивную) анемию. Лидирующую позицию среди дефицитарных элементов у спортсменов с анемией занимает дефицит железа, сопровождающийся, как правило, дефицитом цинка и меди [71, 183, 197, 202, 234].

Цинк можно обнаружить во всех органах и тканях, он является кофактором большой группы ферментов, участвующих

в белковом и других видах обмена, поэтому он необходим для нормального протекания многих биохимических процессов. Этот элемент требуется для синтеза белков, в т.ч. коллагена, и формирования костей. Цинк принимает участие в процессах деления и дифференцировки клеток, формировании Т-клеточного иммунитета, функционировании десятков ферментов, антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы, полового гормона дигидрокортикостерона. Цинк играет важнейшую роль в процессах регенерации кожи, роста волос и ногтей, секреции сальных желез. Способствует всасыванию витамина Е и поддержанию нормальной концентрации этого витамина в крови. Цинк входит в состав инсулина, участвует в кроветворении, укрепляет иммунную систему организма и обладает детоксицирующим действием – способствует удалению из организма двуокиси углерода [140, 143, 218].

Основные проявления дефицита цинка характеризуются раздражительностью, утомляемостью, потерей памяти. Происходит снижение остроты зрения, потеря вкусовых ощущений. Возможно уменьшение массы тела, исхудание, чешуйчатые высыпания на коже, угри. Часто отмечается снижение уровня инсулина, снижение Т-клеточного иммунитета, снижение сопротивляемости инфекциям, анемия, ускоренное старение [140, 192, 242].

Получены данные, свидетельствующие о том, что у профессиональных спортсменов за соревновательный период происходит существенное снижение содержания Zn [203, 210]. Цинк является эссенциальным элементом, и наибольший интерес представляет его участие в регуляции биосинтеза белка [241, 249]. Интенсивность белкового обмена в организме профессиональных спортсменов активизируется постоянными интенсивными физическими нагрузками, которые стимулируют как процессы гипертрофии мышечной ткани, так и скорость ресинтеза функциональных белков. В связи с этим понятен исходно низкий уровень содержания Zn в крови и моче

профессиональных спортсменов, а также еще большее снижение его содержания в течение соревновательного периода.

Хром является постоянной составной частью клеток всех органов и тканей. Хром участвует в регуляции синтеза жиров и обмена углеводов, способствует превращению избыточного количества углеводов в жиры [254]. Входит в состав низкомолекулярного органического комплекса – фактора толерантности к глюкозе, обеспечивающего поддержание нормального уровня глюкозы в крови. Вместе с инсулином действует как регулятор уровня сахара в крови, обеспечивает нормальную активность инсулина. Способствует структурной целостности молекул нуклеиновых кислот, участвует в регуляции работы сердечной мышцы и функционировании кровеносных сосудов. Хром способствует выведению из организма токсинов, солей тяжелых металлов, радионуклидов. Пониженное содержание хрома обычно наблюдается при стрессовых воздействиях и интенсивных физических нагрузках [140, 145].

В природе он встречается в двух основных соединениях. Трёхвалентный хром – биологически активный, содержится в пищевых продуктах, необходим для нормальной жизнедеятельности организма, и шестивалентный – является продуктом промышленных отходов и обладает канцерогенным и токсическим действиями. Безопасное и оптимальное количество хрома, поступающего с пищей, должно составлять от 50 до 200 мкг/сутки для взрослых [249].

Для спортсменов важно то, что хром необходим при длительных аэробных нагрузках, когда роль углеводов и жиров в энергообеспечении организма существенно возрастает. Различные виды стресса, белковое голодание, инфекции, физическая нагрузка приводят к снижению концентрации этого элемента в крови и его интенсивному выделению. Несбалансированная диета может приводить к снижению спортивной работоспособности, повышению травматизма и другим неблагоприятным последствиям.

Уже несколько лет обсуждается вопрос о целесообразности применения спортсменами дополнительных пищевых добавок, содержащих хром [205]. Ранние исследования сообщали об увеличении мышечной массы и об уменьшении жировых отложений при применении препаратов хрома. Некоторые клинические испытания обнаружили, что добавки хрома могут способствовать потере веса [240].

Жизненная необходимость селена была установлена лишь в 1957 году Schwarz K. и Foltz C.M. Селен является элементом, выполняющим многочисленные защитные функции в организме, стимулирует процессы обмена веществ. Его важной биохимической функцией является участие в построении и функционировании глутатионпероксидазы, глицинредуктазы и цитохрома С – основных антиоксидантных соединений. Он участвует как в первой фазе биохимической адаптации (окисление чужеродных веществ с образованием органических окисей и перекисей), так и во второй (связывание и выведение активных метаболитов) [86, 237].

Селен является основным компонентом фермента пероксидазы глутатиона, который защищает организм от вредных веществ, образующихся при распаде токсинов. Этот микроэлемент усиливает иммунную защиту организма, способствует увеличению продолжительности жизни. Значение селена в механизмах поддержания гомеостаза хорошо иллюстрируется эффективностью применения препаратов селена при самых разнообразных патологических процессах.

Недостаток в организме селена ведет к нарушению целостности клеточных мембран, значительному снижению активности сгруппированных на них ферментов, накоплению кальция внутри клеток, нарушению метаболизма аминокислот и кетонных кислот, снижению энергопродуцирующих процессов [140, 201].

Содержание селена в организме функционально связано с уровнем активности антиоксидантных систем, в частности, с

содержанием альфа-токоферола. Этот микроэлемент необходим для синтеза йодосодержащих гормонов щитовидной железы [188]. Поэтому восполнять дефицит йода на фоне селенового голода нерационально. Отмечены длительные положительные изменения в метаболических процессах после включения в рацион спортсменов добавки селена [10].

Важнейшей особенностью функционирования химических элементов в организме является их взаимодействие друг с другом. Часто это проявляется в виде синергических или антагонических эффектов. Эти взаимодействия определяют сложный характер клинических проявлений, возникающих вследствие нарушений химических элементов. Феномен антагонизма во многом играет защитную роль. Он проявляется в смягчении ионами эссенциальных химических элементов токсического действия тяжёлых металлов [56, 140].

Таким образом, именно кальций, магний, калий, железо, хром, цинк и селен играют наиболее важную роль в метаболизме детей и подростков, занимающихся спортом. В настоящее время в педиатрической практике главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием макро- и микроэлементов и состоянием здоровья, является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес привлекают исследования элементов в волосах и слюне, т.к. неинвазивность, информативность и доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Материал исследования

Под наблюдением находились 130 детей и подростков в возрасте от 12 до 17 лет 11 месяцев. Они составили 4 группы исследования.

Контрольную группу (0) составили 28 школьников города Казани (20 девочек, средний возраст  $14,4 \pm 0,37$  лет; 8 мальчиков, средний возраст  $14,75 \pm 0,61$  лет), не занимающихся спортом профессионально. Уроки физической культуры два раза в неделю, без посещения дополнительных спортивных секций.

Первая группа исследования (1) – 35 юных спортсменов (25 мальчиков, средний возраст  $15,12 \pm 0,2$  лет и 10 девочек, средний возраст  $14,55 \pm 0,5$  лет) муниципального автономного образовательного учреждения дополнительного образования "Детско-юношеская спортивная школа плавания "Касатка" г. Казани. Плавание относится к циклическим видам спорта.

Вторую группу исследования (2) составили 47 подростков (29 мальчиков, средний возраст  $15,78 \pm 0,2$  лет; 18 девочек, средний возраст  $15,68 \pm 0,25$ ), учеников Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по хоккею на траве «Динамо» Республики Татарстан. Согласно Олимпийской классификации видов спорта, хоккей на траве относится к игровым видам спорта.

Третья группа (3) – 20 юных спортсменов (10 мальчиков, средний возраст  $14,5 \pm 0,58$  лет; 10 девочек, средний возраст  $14,8 \pm 0,5$  лет), воспитанников Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по фехтованию Республики Татарстан. Фехтование относится к единоборствам.

Получение добровольного информированного согласия, сбор анамнеза, предварительное обследование и забор биологического материала проводили в соответствии с разрешением Локального Этического Комитета.

## 2.2. Методы исследования

Для обследования детей применялись следующие методы: сбор анамнестических данных, опрос, анкетирование, общеклинический осмотр, измерение артериального давления, динамометрия, антропометрия (измерение массы и длины тела, определение индекса массы тела), анализ состава тела анализатором TANITA.

Все юные спортсмены осмотрены врачами-специалистами: кардиологом, неврологом, хирургом, ортопедом, офтальмологом, оториноларингологом, стоматологом. Были проведены лабораторные и инструментальные методы исследования: клинический анализ крови, общий анализ мочи, электрокардиография в покое и после нагрузки, эхокардиография, исследование функции внешнего дыхания (ФВД), УЗИ органов брюшной полости и малого таза. Определение уровня минералов магния, калия, кальция и железа в слюне и волосах детей осуществлялось методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой, микроэлементов хром, цинк, селен – методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

При сборе анамнеза жизни детей выясняли перенесенные заболевания и оперативные вмешательства, уточняли наличие у родственников I и II степени родства заболевания органов пищеварения, мочевого выделения, эндокринной системы. При опросе выявляли спортивный стаж ребенка, спортивное звание, год его присвоения, определяли длительность и частоту тренировок. В анкету были включены вопросы, касающиеся режима питания, наличия вредных привычек, жалоб на боли, возникающие при занятиях спортом.

Клинический осмотр детей и подростков был проведен по общепринятой методике, включавшей в себя наружный осмотр, пальпацию, перкуссию, аускультацию.

Антропометрические показатели определялись с помощью анализатора состава тела TANITA BC-543 и ростомера, массу

тела и рост пациентов измеряли с точностью до 0,1 кг и 0,5 см соответственно; так же определяли массу мышц, костную массу, процентное содержание жира и воды в организме. Оценку антропометрических показателей осуществляли по таблицам центильного типа в соответствии с методическими рекомендациями «Антропометрический скрининг при массовых профилактических осмотрах детей». Оценку ИМТ проводили по международным стандартам, рекомендованным ВОЗ.

Осмотр специалистов, лабораторные и инструментальные методы исследования юных спортсменов были проведены на базе отделения врачебного контроля за занимающимися физкультурой и спортом ГАУЗ «Республиканский центр медицинской профилактики» Республики Татарстан.

Исследование содержания элементов (кальция, калия, магния, железа, цинка, хрома и селена) в слюне и волосах детей и подростков проводили методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой на аппарате Optima 2000 DV, PerkinElmer / США (магний, калий, кальций и железо) и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе Elan 9000, PerkinElmer Sciex / США (хром, цинк, селен). Определение уровня макро- и микроэлементов происходило на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых» Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах проходило согласно методическим указаниям, разработанным Минздравом Российской Федерации, Федеральным центром госсанэпиднадзора Минздрава России, Институтом питания РАМН, АНО Центром биотической медицины, Российским химико-технологическим университетом им. Д.И. Менделеева (МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03 от 30.06.2003).



Забор смешанной слюны производился из полости рта, в объеме 0,7-1 мл материал помещали в пробирку объемом 10 мл. Слюну собирали натошак (после ночного перерыва в приеме пищи), просили исследуемых не делать того, что может стимулировать слюноотделение до самой процедуры сбора. Этот запрет включал жевание чего-либо, например: пищи, жевательной резинки, конфет, чистку зубов, полоскание полости рта, питье и т.д. Ребенка усаживали, просили опустить голову и сидеть в таком положении, не глотать слюну и не двигать языком и губами во время всего периода сбора слюны. Слюна аккумулировалась в полости рта в течение 2 мин, затем пациента просили сплюнуть все содержимое полости рта в приемный сосуд.

Забор волос производился путем срезания волос из нескольких мест с затылочной части головы в соответствии с требованиями медицинской технологии "Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека" (Регистрационное удостоверение № ФС-2007/128 от 09 июля 2007 г.). Окрашенные или подверженные химической завивке волосы в нашем исследовании не использовались. Вся процедура забора волос абсолютно безболезненна.

Подготовка материалов: объем отобранной слюны составлял не менее 1 грамма. Образцы слюны хранились при  $-18^{\circ}\text{C}$ .

После забора волосы для хранения помещались в обычные бумажные конверты, далее передавались в лабораторию для дальнейшей подготовки и анализа. Для снятия поверхностного загрязнения и обезжиривания волос применялся способ подготовки проб волос, рекомендованный МАГАТЭ. Для этого волосы обрабатывались ацетоном в течение 10-15 минут, а затем три раза промывались деионизованной водой. Сушка волос производилась при комнатной температуре в течение 10-15 минут.

### 2.2.1. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной аргонной плазмой

Принцип методики: метод комбинирует использование индуктивно-связанной плазмы в качестве источника ионов с квадрупольным масс-спектрометром, выступающим в роли масс-анализатора (фильтра), и дискретно-диодного детектора, который используется для регистрации отдельных ионов и их потоков. Индуктивно-связанная плазма, поддерживаемая в специальной горелке, способна эффективно возбуждать однозарядные ионы из атомов вводимого образца. Далее ионы фокусируются ионно-оптической системой (где отделяются от полиатомных и изобарных ионов в специальных моделях приборов) и попадают в анализатор масс-спектрометра, где разделяются по отношению массы к заряду ( $m/z$ ). Соответствующий ионный поток регистрируется детектором. Через масс-спектрометр в каждый момент времени пропускаются ионы со строго определенным  $m/z$ , которые затем попадают в детектор для количественной регистрации. Число соударений за единицу времени пропорционально количеству атомов каждого определяемого изотопа в исходном образце. Линейный диапазон зависимости интенсивности сигнала от концентрации превышает шесть-восемь десятичных порядков, позволяя в одном цикле сканирования масс-спектра регистрировать и единичные импульсы от малых концентраций, и ионные токи от высоких концентраций элементов. Для достижения такого широкого динамического диапазона применяется двойная регистрация сигналов: импульсный режим одного сегмента детектора используется для подсчета отдельных ионов и аналоговый режим другого – для регистрации ионных токов. Таким образом возможно определять концентрации элементов и отдельных изотопов на уровне от сотых долей нанограммов до сотен миллиграммов на литр. Достижимые пределы обнаружения высокие, чувствительность и избирательность метода позволяет количественно определять во многих биологических и

медицинских объектах и материалах до 40-50 элементов в течение 2-3 мин. (без учета времени пробоподготовки).

Для подготовки образцов биосубстратов к анализу использовали два метода разложения:

1) кислотное растворение в открытых сосудах, без полного разрушения органической матрицы;

2) кислотное разложение ("мокрое озоление") с использованием систем микроволновой пробоподготовки.

### **Обработка и оформление результатов измерений.**

Аналитические сигналы обрабатываются программным обеспечением масс-спектрометра, основываясь на построенных калибровочных линейных регрессиях, рассчитанных методом наименьших квадратов, с учетом коррекции фона, сигнала внутренних стандартов, а также с учетом влияния изобарных и полиатомных спектральных наложений. Результат определения каждого элемента представляется как среднее из нескольких (типично 2-х) параллельных измерений анализируемого образца. Обработка результатов измерений соответствует ГОСТ 8.207. Результаты измерений отображаются на мониторе, распечатываются и/или сохраняются в виде файла на жестком диске компьютера. Распечатанные результаты оформляют согласно требуемому протоколу.

### **2.2.2. Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной аргоновой плазмой**

Атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной аргоновой плазмой – самый распространённый экспрессный высокочувствительный метод идентификации и количественного определения элементов примесей в газообразных, жидких и твердых веществах, в том числе и в высокочистых. Метод основан на измерении интенсивности излучения света, испускаемого на определенных длинах волн атомами, возбужденными индуктивно-связанной аргоновой плазмой, и используется для определения концентраций исследуемых элементов. Количественное определение связано с количеством

электромагнитного излучения, которое испускается, тогда как качественная информация (какие элементы присутствуют) связана с длиной волны испускаемого излучения. В атомной эмиссионной спектрометрии образец подвергается действию высоких температур, достаточных не только для диссоциации на атомы, но и для реализации значительного числа столкновений, вызывающих возбуждение (и ионизацию) атомов пробы. Атомы и ионы в состоянии возбуждения могут путем термических и радиационных (эмиссионных) передач энергии переходить в состояния с меньшей энергией.

Образец переносится в прибор в виде потока жидкой пробы. Внутри прибора жидкость в ходе процесса, называемого распылением, переводится в аэрозоль и переносится в плазму, где десольватируется, испаряется, атомизируется и возбуждается и/или ионизируется плазмой. Возбужденные атомы и ионы испускают характеристическое излучение, которое собирается устройством, сортирующим излучение по длинам волн. Излучение детектируется и преобразуется в электронные сигналы, которые для аналитика преобразуются в информацию по концентрациям.

Индуктивно-связанная плазма характеризуется высокой стабильностью, низким уровнем шумов и малой величиной фонового сигнала. Химические влияния и матричные эффекты, а также мешающие влияния со стороны материалов атомизатора отсутствуют. Дополнительным достоинством метода является возможность плавно регулировать условия атомизации и возбуждения.

Важным достоинством атомно-эмиссионной спектрометрии по сравнению с другими оптическими спектральными, а также многими химическими и физико-химическими методами анализа являются возможности бесконтактного, экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании малой массы пробы. Метод не

зависит от наличия стандартных образцов (растворы сравнения могут быть смоделированы).

Предварительная подготовка пробы для исследования методом атомно-эмиссионной спектromетрии с индуктивно-связанной плазмой основана на окислительно-кислотной «мокрой» минерализации проб, исследуемых биосубстратов в процессе пробоподготовки и на последующем анализе ее на требуемые химические элементы методом атомно-эмиссионной спектromетрии с использованием в качестве источника возбуждения высокочастотной индуктивно-связанной аргоновой плазмы (ИСП). Главное аналитическое преимущество ИСП над другими источниками эмиссии исходит из способности ИСП испарять, атомизировать, возбуждать и ионизировать эффективно и постоянно обширный ряд элементов, представленных в самых различных типах образцов. Одна из важных причин преимущества ИСП над пламенами и печами состоит в высокой температуре внутри плазмы. В то время, как верхний предел температур пламен и печей находится в районе 3300 К, температура газа в центре ИСП составляет около 6800. Кроме повышения эффективности возбуждения и ионизации более высокая температура индуктивно связанной плазмы также уменьшает или исключает многие из химических помех, встречающиеся в пламенах и печах.

Для разложения образцов при проведении спектральных методов исследования применяется система микроволнового разложения MARSXpress.

Использование микроволнового разложения позволяет сократить время подготовки пробы к анализу с нескольких часов, а иногда и суток, до 15-45 минут за счет высоких температур и давления реакционной смеси, получаемых в поле микроволнового излучения. Герметичность автоклавов позволяет исключить испарение вредных веществ в атмосферу лаборатории и минимизировать потери летучих компонентов аналита, неизбежных в случае классического кислотного разложения.

Аналитические сигналы спектрометра обрабатываются при помощи программного обеспечения спектрометра.

### **2.2.3. Методы статистической обработки**

Для статистической обработки результатов использованы программы: «Microsoft Office Excel 2007» и «IBM SPSS Statistics 20». Материалы исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием методов параметрического и непараметрического анализа в соответствии с результатами проверки сравниваемых совокупностей на нормальность распределения. Методами вариационной статистики рассчитывали: среднее значение ( $M$ ), ошибку средней величины ( $m$ ). Достоверность различий средних сравниваемых величин ( $p$ ) определяли по коэффициенту Стьюдента ( $t$ ). Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Для оценки связи между исследуемыми параметрами, имеющими количественное выражение, использовался метод линейной регрессии. В качестве показателя тесноты связи использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона  $R$ . С целью сравнения вариационных рядов применялся однофакторный дисперсионный анализ, позволяющий ответить на вопрос, оказал ли фактор существенное влияние на разброс выборочных средних или разброс является следствием случайностей, вызванных небольшими объемами выборок. В качестве статистического критерия использовался критерий Фишера ( $F$ ). В случае обнаружения статистически значимых различий между группами дополнительно проводилось парное сравнение совокупностей при помощи апостериорного критерия Тьюки.

Полученные данные приводятся в таблицах в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – средняя величина,  $m$  – средняя ошибка средней величины.

### **ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП**

Под нашим контролем проведено наблюдение за 130 детьми и подростками в возрасте от 12 до 17 лет 11 месяцев, проживающими в городе Казани.

В группы исследования отбирались дети с отсутствием жалоб, отсутствием острых и хронических заболеваний, стоматологической, гастродуоденальной, мочевыделительной, эндокринной патологий. У всех детей в течение месяца не наблюдалось повышения температуры тела, никто из них не принимал медицинские препараты, биологически активные добавки, витаминно-минеральные комплексы. Для более тщательной оценки данных, полученных в результате обследования, на каждого ребенка заполнялась разработанная нами «индивидуальная карта наблюдений».

При анализе клинического обследования акцент ставили на том, что медицинское обслуживание детей в общеобразовательных и спортивных школах имело существенные отличия. Так, в общеобразовательной школе основная цель медицинской деятельности заключалась в контроле за состоянием здоровья обучающихся, оказании первой помощи. Сведения о состоянии здоровья учащихся получили в результате ежегодного осмотра детей в условиях городской детской поликлиники.

В отличие от общеобразовательной школы медицинское обеспечение в детско-юношеских спортивных школах проводилось иным образом. Главной особенностью медицинского наблюдения за детьми был комплексный подход, направленный на изучение адаптации организма к физическим нагрузкам, соответствии функциональных возможностей нагрузок, применяемых в ходе учебно-тренировочного процесса. С этой целью совместно с тренером-преподавателем мы проводили медико-педагогические наблюдения на учебно-

тренировочных занятиях. Диспансерные обследования учащимся учебно-тренировочных групп выполнялись на базе ГАУЗ «Республиканский центр медицинской профилактики» г. Казани.

Всем детям и подросткам, находившимся под нашим контролем, было проведено медицинское обследование, включавшее в себя клинический осмотр по общепринятой методике. На момент осмотра все дети были соматически здоровы.

Наблюдаемые нами дети и подростки были распределены на четыре группы исследования, учитывая вид спорта. Первая группа включала – 35 юных спортсменов (25 мальчиков, средний возраст  $15,12 \pm 0,2$  лет и 10 девочек, средний возраст  $14,55 \pm 0,5$  лет) муниципального автономного образовательного учреждения дополнительного образования "Детско-юношеская спортивная школа плавания "Касатка" г. Казани. Плавание относится к **циклическим видам спорта** и требует преимущественно проявления выносливости, поскольку предполагает многократное повторение стереотипных циклов движений. Этот вид деятельности вызывает расходование большого количества энергии. Звание мастер спорта имели 2 юных спортсмена, кандидатов в мастера спорта – 5 человек, первый взрослый разряд присужден 11 подросткам, остальные имели второй взрослый разряд. Тренировки круглогодичные, 2 раза в день по 1,5-2 часа 6 дней в неделю.

Вторую группу исследования составили 47 подростков (29 мальчиков, средний возраст  $15,78 \pm 0,2$  лет; 18 девочек, средний возраст  $15,68 \pm 0,25$ ), учеников Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по хоккею на траве «Динамо» Республики Татарстан. Согласно Олимпийской классификации видов спорта хоккей на траве относится к **игровым видам спорта**. Он характеризуется постоянным чередованием интенсивной мышечной деятельности и отдыха (в моменты, когда спортсмены не задействованы непосредственно в игровых эпизодах). При



этом помимо выносливости, большое значение имеют координация движений и психическая устойчивость. Мастеров спорта в группе было 9 человек, кандидатов в мастера спорта – 16 человек, первый взрослый разряд был присвоен 15 юным спортсменам, остальные имели второй взрослый и юношеские спортивные разряды. Тренировки проходили 1 раз в день по 2-3 часа 6 дней в неделю.

Третья группа – 20 юных спортсменов (10 мальчиков, средний возраст  $14,5 \pm 0,58$  лет; 10 девочек, средний возраст  $14,8 \pm 0,5$  лет), воспитанников Республиканской специализированной детско-юношеской спортивной школы олимпийского резерва по фехтованию Республики Татарстан. Фехтование относится к **единоборствам**. Цель единоборства – действуя в рамках оговоренных правил, проводить приемы, которые могут причинить сопернику максимальный физический ущерб, либо поставить соперника в невыгодное положение, а также защититься от аналогичных приемов. Этот вид спорта связан с повышенным травматизмом, он требует моментальной реакции, психологической устойчивости и физической выдержки. Звание кандидат в мастера спорта имели 4 детей, первый взрослый разряд – 7 человек, второй взрослый – 7, остальным присвоены юношеские разряды. Тренировки проходили 1 раз в день по 2-2,5 часа 6 дней в неделю.

Контрольную группу (0) составили 28 школьников (20 девочек, средний возраст  $14,4 \pm 0,37$  лет; 8 мальчиков, средний возраст  $14,75 \pm 0,61$  лет), не занимающихся спортом профессионально. Уроки физической культуры два раза в неделю, без посещения дополнительных спортивных секций.

Опрос детей и подростков осуществлялся нами с использованием специально разработанной анкеты, в которую были включены вопросы о режиме и качестве питания, наличии вредных привычек, жалоб на боли, возникающие при занятиях спортом.

Большинство участвовавших в исследовании детей отметило, что получали разнообразное питание с достаточным количеством мяса, овощей, фруктов, молочных продуктов.

**Таблица 3.1. Данные анкетирования детей и подростков**

Вопрос	Контр. группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
N	28	35	47	20
<b>Режим питания:</b>				
• 2 р/день	–	12%	25%	23%
• 3-4 р/день	85%	64%	72%	77%
• чаще	15%	24%	3%	–
<b>Питьевой режим (вода):</b>				
• более 1,5 л	60%	56%	53%	30%
• 1-1,5 л	35%	32%	42%	70%
• менее 1 л	5%	8%	2,5%	–
• около 500 мл	–	4%	2,5%	–
<b>Перекусы:</b>				
• нет	10%	16%	6%	7%
• фрукты, овощи	20%	–	25%	15%
• бутерброды с колбасой, сыром	55%	51%	46%	46%
• конфеты, шоколад	15%	10%	19%	23%
• орехи, сухофрукты	–	15%	–	–
• кефир, йогурт	–	8%	4%	9%
<b>Употребление энергетических напитков:</b>				
• да	10%	12%	–	–
• очень редко	20%	8%	25%	–
• нет	70%	80%	75%	100%

В группах юных спортсменов 100% детей не соблюдали какой-либо специальный рацион питания и не принимали во время соревнований какие-либо препараты (в том числе

биологически активные добавки, энерготропные препараты, витамины, минеральные комплексы).

При анализе блока вопросов, посвященных здоровью юных спортсменов, мы установили, что 83,5% постоянно испытывали боли в спине, в суставах верхних и нижних конечностей, связанные с занятиями спортом, в контрольной же группе детей с аналогичными жалобами было только 10%.

Распределение детей и подростков в группах исследования по возрасту и полу было примерно одинаковым. Юные спортсмены различались по видам спорта; стаж занятий, спортивная квалификация были сопоставимы. Детальные данные отражены в таблицах 3.2 и 3.3.

**Таблица 3.2. Общая характеристика обследованных девочек ( $M \pm m$ )**

Группа	N	Стаж занятий	Возраст	Длина тела (см)	Масса тела (кг)	ИМТ (кг/см <sup>2</sup> )
0	20	–	14,4±0,3	158,6±1,4	52,5±1,5	20,78±0,3
1	10	6,85±0,4	14,5±0,5	165,35±1,1	57,67±2,5	20,21±0,3
2	18	6,25±0,59	15,6±0,2	163,9±1,7	56,4±1,4	20,97±0,4
3	10	6,4±0,56	14,8±0,5	162,8±1,7	56,0±1,6	21,0±0,4

Примечание: N – количество детей

**Таблица 3.3. Общая характеристика обследованных мальчиков ( $M \pm m$ )**

Группа	N	Стаж занятий	Возраст	Длина тела (см)	Масса тела (кг)	ИМТ (кг/см <sup>2</sup> )
0	8	–	14,75±0,61	165,5±0,6	57,18±3,66	20,55±0,79
1	25	7,88±0,32	15,12±0,2	176,61±1,03*	65,36±1,44*	20,76±0,35
2	29	7±0,41	15,78±0,2	175,13±1,17*	67,87±2,51*	22,04±0,69
3	10	6,4±0,47	14,5±0,58	167,55±3,27	58,09±3,07	20,61±0,77

Примечание: N – количество детей;

\* – различия между группами достоверны при  $p < 0,05$ )

При анализе приведенных выше данных следует подчеркнуть, что средние показатели роста и веса мальчиков в группах юных спортсменов циклических и игровых видов спорта были достоверно выше этих показателей в группе контроля. В рамках изучаемого вопроса следует отметить, что фенотипические признаки организма формируются под влиянием наследственной природы человека и, несомненно, зависят от генов, регулирующих размеры тела. С другой стороны, около 60% случаев нарушения физического развития связаны с воздействием различных средовых факторов [31]. Основой физического развития обычно служат три соматометрических признака: длина, масса тела, окружность грудной клетки. Длина тела и масса ребенка на разных этапах онтогенеза меняются с различной интенсивностью, что свидетельствует о гетерохронности физического развития детей и подростков [9].

Оценку параметров физического развития мы проводили с учетом показателей центильных таблиц и шкалы Стюарт. Обобщенные данные представлены ниже в таблицах 3.4, 3.5, 3.6.

**Таблица 3.4. Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Длина тела/возраст, %)**

Центильный интервал	Эталон %	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
1	3	0	0	0
2	7	0	0	0
3	15	0	8,5	5
4	25	2,85	27,8	25
5	25	20	21,2	45
6	15	34,3	14,9	5
7	7	34,3	12,7	10
8	3	8,55	14,9	10

По оценке длины тела, соответственно возрасту в область «средних показателей», свойственных 80% здоровых

сверстников, вошли 57,15% спортсменов циклических видов спорта, 72,4% спортсменов игровых видов спорта и 80% спортсменов единоборств. Они имели характерное для данной возрастно-половой группы распределение изучаемого признака. Однако 42,85% детей циклических видов спорта, 27,6% детей игровых видов спорта и 20% детей, занимающихся единоборством, имели показатели «выше средних», характерные лишь для 10% здоровых детей. Длина тела является основным показателем физического развития человека, она не сразу меняется под влиянием различных условий внешней среды, а изменения данного показателя свидетельствуют о более длительном благополучии или неблагополучии в состоянии детского организма. Сдвиги величин роста имеют большое самостоятельное значение. С ростом длины тела увеличиваются масса и окружность грудной клетки.

**Таблица 3.5. Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Масса тела/возраст, %)**

Центильный интервал	Эталон %	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
1	3	0	0	0
2	7	2,85	0	5
3	15	0	4,25	0
4	25	5,75	27,65	25
5	25	31,4	25,5	30
6	15	40	21,5	30
7	7	20	17	10
8	3	0	4,25	0

Из представленных в таблице данных при оценке массы тела соответственно возрасту, выявлено, что 77,15% пловцов, 78,9% хоккеистов и 85% спортсменов по фехтованию имели средние значения по изучаемому признаку, характерные для 80% здоровых детей. Показатели «выше средних» установлены для

20% спортсменов во второй и 21,25% третьей группах исследования. Важно отметить, что масса тела в отличие от длины является весьма лабильным показателем, легко меняющимся в зависимости от режима, условий качества жизни, от общего состояния организма и ряда других факторов.

**Таблица 3.6. Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Масса тела/длина тела, %)**

Центильный интервал	Эталон %	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
1	3	0	0	0
2	7	2,85	0	0
3	15	0	0	0
4	25	22,85	12,7	5
5	25	40	34	35
6	15	20	17	25
7	7	8,5	19,3	35
8	3	5,8	17	0

При оценке массы тела относительно длины «средние показатели», свойственные 80% здоровых сверстников, определены для 82,85% юных спортсменов циклических видов спорта, 63,7% игровых видов спорта, 65% детей и подростков, занимающихся единоборствами. В 14,3% случаев (1 группа), 36,3% (2 группа) и 35% (3 группа) масса тела относительно длины выходила за рамки средних значений в сторону увеличения, характерные лишь для 10% здоровых детей.

Таким образом, как показали наши исследования по параметрам физического развития, юные спортсмены имели показатели выше средних значений. Полученные результаты подтверждены работами Святовой Н.В. (2012) [137]. В своей работе она доказала связь между уровнем физического развития и двигательным режимом. Так, сомато- и физиометрические показатели физического развития оказались достоверно выше в

группе спортсменов, систематически занимающихся спортом [153]. В исследованиях зарубежных авторов так же были получены аналогичные результаты. Так, Grabara M. (Польша, 2015) при анализе антропометрических характеристик выявил достоверное увеличение длины и массы тела в группах юных спортсменов 14-16 лет в сравнении с подростками, не занимающимися спортом [213].

Для более полной характеристики и сопоставления отдельных антропометрических показателей мы использовали оценку гармоничности физического развития. Она определялась по максимальной разности между номерами коридоров центильной шкалы после оценки показателей роста, массы тела (по возрасту) и окружности груди.

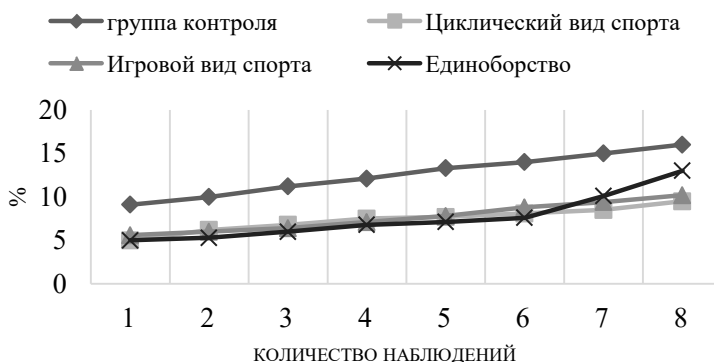
**Таблица 3.7. Показатели гармоничности развития юных спортсменов**

Гармоничность развития	Показатель, %		
	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
Гармоничное	91,43	85,1	90
Умеренно дисгармоничное	8,57	14,9	10
Резко дисгармоничное	0	0	0

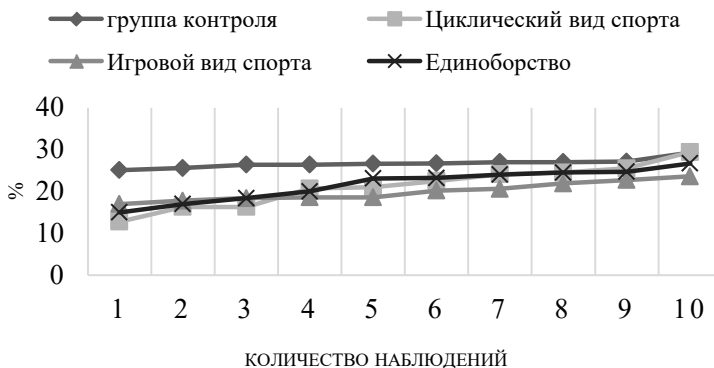
Как видно из приведенных данных, все спортсмены имели гармоничное или умеренно дисгармоничное развитие.

Наряду с измерениями антропометрических данных всем детям и подросткам исследуемых групп мы провели анализ состава тела на приборе TANITA BC-543. Данный прием был обоснован тем, что использование только росто-весовых индексов не даёт надёжной информации о составе тела на индивидуальном уровне [186]. Метод биоэлектрического импеданса, основанный на изучении сопротивления различных тканей организма электрическому току, позволил нам углубить данные о физическом развитии, оценить процентное и абсолютное содержание мышечной и жировой ткани в организме.

Сведения, полученные нами по процентному содержанию жира в организме мальчиков и девочек исследуемых групп, представлены графически на рисунках 3.1 и 3.2.



**Рис. 3.1. Процентное содержание жира (мальчики)**



**Рис. 3.2. Процентное содержание жира (девочки)**

Первостепенное значение в оценке состава тела имеет вычисление жировой массы, которая выполняет функции метаболически активного органа, – достаточный её уровень играет существенную роль в поддержании общего здоровья [23, 223]. Кроме того, знание о количестве и распределении костной и мышечной тканей используют при определении спортивной



работоспособности [132]. С учетом приведенных данных мы установили, что процент жира в организме мальчиков и девочек группы контроля достоверно выше, чем у юных спортсменов. В то же время уровень мышечной массы мальчиков, не занимающихся спортом, ниже этого показателя группы мальчиков, занимающихся спортом. По данным отечественных и зарубежных ученых интенсивная физическая деятельность вызывает уменьшение жирового компонента и увеличение активной массы тела [2, 223]. Аналогичные результаты, полученные методом биоэлектрического импеданса, представлены в таблицах 3.8 и 3.9.

**Таблица 3.8. Данные анализа состава тела мальчиков ( $M \pm m$ )**

Показатель	Контрольная группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
Процент жира (%)	12,58±0,85	8,68±0,77*	7,82±0,72*	7,12±0,81*
Мышечная масса (кг)	46,12±1,5	57,33±1,31*	58,86±1,8*	51,31±2,8*
Костная масса (кг)	2,5±0,05	2,99±0,06	3,1±0,08	2,63±0,07

Примечание: \* – различия между группами достоверны при  $p < 0,05$

**Таблица 3.9. Данные анализа состава тела девочек ( $M \pm m$ )**

Показатель	Контрольная группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
Процент жира (%)	26,7±0,34	21,31±1,58*	19,1±0,76*	21,66±1,21*
Мышечная масса (кг)	39,3±4,6	42,59±1,3	46,6±3,21	43,24±1,2
Костная масса (кг)	2,2±0,05	2,27±0,07	2,42±0,04	2,21±0,06

Примечание: \* – различия между группами достоверны при  $p < 0,05$

Наряду с оценкой клинических параметров нами был проведен комплекс параклинических исследований всем детям и подросткам, участвовавшим в исследовании. Осмотр специалистов, лабораторные и инструментальные методы исследования юных спортсменов проведены на базе отделения врачебного контроля за занимающимися физкультурой и спортом ГАУЗ «Республиканский центр медицинской

профилактики» Республики Татарстан. Данные о состоянии здоровья детей группы контроля были получены нами в результате углубленных ежегодных медицинских осмотров.

Лабораторные методы включали в себя общий анализ крови и общий анализ мочи. При этом мы учитывали тот факт, что реакция системы крови на физическую нагрузку предполагает существование поэтапного включения различных механизмов, обеспечивающих адаптацию к повышенному кислородному запросу. Известно, что физическая нагрузка вызывает изначально гемоконцентрацию за счет выброса в кровоток депонированных эритроцитов, а при продолжении и завершении нагрузки – гемодиллюцию из-за повышенного разрушения эритроцитов [230]. Увеличение деструкции эритроцитов под воздействием физической нагрузки объясняют адаптивной реакцией, обеспечивающей гипертрофию мышц и образование новых клеток красной крови. По ранее проведенным исследованиям, посвященным изучению влияния физической нагрузки на изменения в периферической крови, в крови «адаптированных» людей имеет место повышение количества эритроцитов и концентрации гемоглобина [207]. Иными словами, реакция системы крови носит приспособительный характер [4, 51, 52]. Результаты общего анализа крови представлены нами в таблице 3.10.

**Таблица 3.10. Показатели общего анализа крови детей и подростков ( $M \pm m$ )**

Показатель	Контрольная группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
Лейкоциты ( $\cdot 10^9$ )	5,07 $\pm$ 0,28	6,58 $\pm$ 0,35	6,38 $\pm$ 0,21	6,3 $\pm$ 0,34
Тромбоциты ( $\cdot 10^9$ )	225,6 $\pm$ 11,2	227,7 $\pm$ 10,8	233,3 $\pm$ 10,5	247 $\pm$ 10,79
Эритроциты ( $\cdot 10^{12}$ )	3,96 $\pm$ 0,13	4,86 $\pm$ 0,12*	5,04 $\pm$ 0,07*	4,51 $\pm$ 0,15*
Гемоглобин (г/л)	125,7 $\pm$ 3,6	155,6 $\pm$ 3*	153 $\pm$ 3,81*	140 $\pm$ 2,08*
СОЭ (мм/ч)	3,5 $\pm$ 0,6	4,5 $\pm$ 0,4	2,8 $\pm$ 0,53	4,11 $\pm$ 0,75

*Примечание:* \* – различия между группами достоверны при  $p < 0,05$ )

В группах юных спортсменов общее количество эритроцитов и гемоглобина в крови оказалось достоверно выше, чем в контрольной группе. В отечественной литературе встречаются работы со схожими результатами. Эти изменения можно объяснить метаболическими сдвигами в организме, связанными с тренировочным процессом [150, 215].

В последнее время на всех соревнованиях международного уровня помимо допинга контроля у спортсменов осуществляется мониторинг за концентрацией гемоглобина, количеством ретикулоцитов. Введение такого надзора служит ответной мерой на использование искусственных способов повышения работоспособности спортсменов.

При исследовании общего анализа мочи детей и подростков, участвующих в исследовании, значительных отклонений выявлено не было.

**Таблица 3.11. Показатели ОАМ в группах исследования (M±m)**

Показатель	Контрольная группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
Удельный вес	1015±1,5	1019±1,8	1012±2,2	1020±1,6
Белок	отр.	отр.	отр.	отр.
Глюкоза	отр.	отр.	отр.	отр.
Лейкоциты	1-2 в п/зр	1-2 в п/зр	1-2 в п/зр	1-2 в п/зр
Эпит. плоский	1-2 в п/зр	2-3 в п/зр	1-2 в п/зр	2-3 в п/зр
Эритроциты	отр.	отр.	отр.	отр.

В обследовании использовались и инструментальные методы, в частности было проведено исследование функции внешнего дыхания. Выявлено, что пловцы имели самую большую жизненную емкость легких по сравнению с представителями других видов спорта. В результате затрудненного вдоха (давление воды на грудную клетку) и выдоха в воду плавание способствует развитию аппарата внешнего дыхания и

увеличению жизненной емкости легких (ЖЕЛ) [40, 247].  
Полученные данные представлены в таблице 3.12.

**Таблица 3.12. Показатели жизненной ёмкости легких (ЖЕЛ) в группах юных спортсменов ( $M \pm t$ )**

ЖЕЛ	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
		4395±215	3992±246

В соответствии с приказом министерства здравоохранения и социального развития РФ № 613-н от 09.09.2010 г. «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при проведении физкультурных и спортивных мероприятий», всем спортсменам проводилась следующая серия обследований: стандартная электрокардиография (ЭКГ), эхокардиография (ЭХО-КГ) и ЭКГ-пробы с физической нагрузкой.

Данные ЭХО-КГ: у 40% детей, занимающихся циклическими видами спорта, у 25% – занимающихся игровыми видами спорта и у 30% детей из группы единоборств выявлены эктопические хорды левого желудочка. При электрокардиографическом исследовании установлено, что у 30% юных спортсменов встречалось урежение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в среднем до  $55 \pm 0,27$  уд/мин.

При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости: патологии со стороны желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы не выявлено.

Таким образом, все дети и подростки, участвующие в исследовании, имели 1 и 2 группу здоровья. Сводные данные по распределению детей по группам здоровья представлены в таблице 3.13.

Большинство школьников из контрольной группы и юные спортсмены циклических видов спорта имели первую группу здоровья, в то время как среди атлетов единоборств и спортивных игр преобладала вторая группа здоровья. На рисунках 3.3, 3.4,

3.5, 3.6 отображена структура фоновых состояний в каждой из исследуемых групп.

**Таблица 3.13. Распределение детей по группам здоровья**

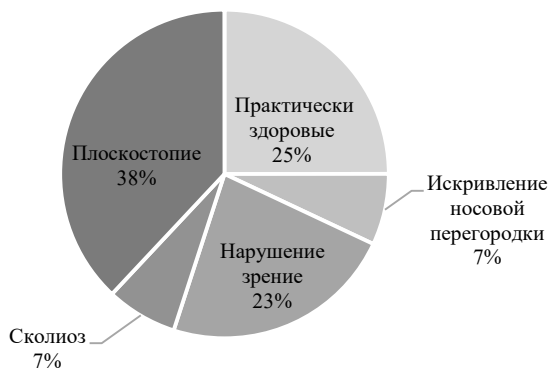
Группа здоровья	Контрольная группа (0)	Плавание (1)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)
1	51%	60%	25%	35%
2	49%	40%	75%	65%



**Рис. 3.3. Структура фоновых состояний в контрольной группе**



**Рис. 3.4. Структура фоновых состояний в группе циклических видов спорта**



**Рис. 3.5. Структура фоновых состояний в группе игровых видов спорта**



**Рис. 3.6. Структура фоновых состояний в группе единоборств**

Так, у школьников контрольной группы в 21% случаев встречались нарушения зрения, среди которых преобладала миопия слабой степени обоих глаз.

Среди юных пловцов нарушения зрения также лидируют в структуре фоновых состояний и составляют 28%. Сколиоз в этой группе исследования не выявлен ни у одного подростка.

В группе юных спортсменов по хоккею на траве на первое место в структуре фоновых состояний выходит плоскостопие. Возможно, это обусловлено тем, что в данном виде спорта стопа регулярно сжата специальной обувью и испытывает сильные мышечные напряжения. При этом спортсмены долго находятся в вертикальном положении с огромной нагрузкой на стопы, выполняют много резких движений.

Из фоновых состояний на изменения со стороны опорно-двигательного аппарата у фехтовальщиков приходится 50%. Скорее всего эта патология обусловлена выбранным видом спорта. В результате перенапряжения мышц руки, при выполнении стереотипных движений на протяжении длительного времени, происходит ассиметричное распределение нагрузки на позвоночник.

Таким образом, в результате проведенных нами исследований, данных диспансеризации, ретроспективного анализа форм № 026/у-2000 (школьники) и форм № 062-у (юные спортсмены) выявлены достоверные клинические и лабораторно-инструментальные различия в характеристиках исследуемых групп детей и подростков, а также наличие фоновых состояний индивидуальных для каждого вида спорта.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

С помощью метода атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой определяли содержание кальция, калия, магния и железа; методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой – концентрацию микроэлементов хром, цинк и селен в слюне и волосах исследуемых детей и подростков. На сегодняшний день эти высокоточные многоэлементные методы позволяют зарегистрировать низкие концентрации веществ во всех биологических субстратах, а также характеризуются низкой погрешностью результатов.

### **4.1. Показатели макро- и микроэлементного состава слюны детей и подростков исследуемых групп**

Регулярные интенсивные физические нагрузки являются стрессом для организма, который сопровождается развёртыванием общей неспецифической реакции – адаптационного синдрома, что находит отражение в изменении элементного состава слюны [105].

На первом этапе исследования нами было проанализировано содержание макро- и микроэлементов в слюне детей и подростков в зависимости от занятий спортом. Для каждого макро- и микроэлемента была составлена отдельная таблица средних значений показателей, рассчитанных для мальчиков и девочек, занимающихся различными видами спорта.

Рассмотрим особенности макроэлементного (кальций, калий, магний) состава слюны юных спортсменов.

Результаты сравнения среднего содержания кальция в слюне исследуемых представлены в таблице 4.1.

Согласно полученным нами данным, наиболее высокий средний уровень кальция в слюне наблюдался в группе девочек, занимающихся игровым видом спорта ( $50,2 \pm 2,4$  мкг/г).



Наименьшие средние значения показателя отмечались в группе мальчиков, занимающихся единоборством ( $24,8 \pm 2,3$  мкг/г).

**Таблица 4.1. Среднее содержание кальция в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		P <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	41,7±5,6	45,6±2,3	0,267
Плавание (1)	37,7±1,9	40,2±2,4	0,207
Хоккей на траве (2)	36,0±1,7	50,2±2,4	<b>&lt;0,001</b>
Фехтование (3)	24,8±2,3	32,2±3,4	0,09
F Фишера, p	5,29; 0,002	7,55; <0,001	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>0-3</sub> =0,004 p <sub>1-3</sub> =0,005 p <sub>2-3</sub> =0,016	p <sub>0-3</sub> =0,004 p <sub>2-3</sub> <0,001	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

При сравнении содержания кальция в слюне в зависимости от пола исследуемых, у девочек отмечались более высокие средние значения показателя во всех группах, однако статистически значимыми оказались только различия в группе занимающихся спортивными играми ( $p < 0,001$ ).

Для оценки уровня кальция в слюне в зависимости от вида спорта мы применили однофакторный дисперсионный анализ с нахождением значения критерия Фишера (F). Этот метод позволяет сравнивать средние значения трех и более групп. Так как расчётное значение критерия Фишера (F) оказалось больше критического, которое определили по таблице, нами были выявлены статистически значимые различия показателей уровня кальция в зависимости от вида спорта как для мальчиков ( $F=5,29$ ;  $p=0,002$ ), так и для девочек ( $F=7,55$ ;  $p < 0,001$ ). После обнаружения статистически значимых различий между группами дополнительно провели парное сравнение совокупностей по

методу Тьюки. Этот метод является примером процедур апостериорного сравнения (post hoc comparison), поскольку проверяемая гипотеза формулируется после анализа данных. Путем сравнений по методу Тьюки было установлено статистически значимое снижение содержания кальция в слюне юных спортсменов, занимающихся единоборством. В группе мальчиков показатель у фехтовальщиков был существенно ниже по сравнению со всеми остальными группами. В группе девочек статистически значимым было снижение показателя в группе фехтовальщиц по сравнению с контрольной группой, а также группой хоккеисток. Интересным является тот факт, что на заболевания опорно-двигательного аппарата в группе атлетов по фехтованию приходится 50%, это самый высокий показатель среди всех групп исследования, а ведь именно кальций обеспечивает опорную функцию костей, в них находится депо макроэлемента.

Таким образом, у юных спортсменов, занимающихся единоборствами (фехтование), уровень кальция в слюне достоверно снижен по сравнению с группой контроля как у мальчиков, так и у девочек. Эти данные позволяют судить об интенсивности минерального обмена у детей и подростков в условиях физических нагрузок. По нашему мнению, к снижению уровня элемента в слюне привело повышенное потребление кальция в связи с пластическими процессами, происходящими в костной и мышечной тканях при высокоинтенсивных занятиях спортом.

В последних публикациях зарубежных авторов снижение уровня макроэлемента в слюне рассматривается как предпатологическое состояние [211]. Результаты, полученные нами, согласуются и с исследованиями отечественных учёных. Так, Васильева А.О. и соавт. (Ижевск, 2013) выявили снижение содержания кальция в слюне детей младшего школьного возраста при различной физической нагрузке (спортивный стаж 2-3 года, лёгкая атлетика, игровые виды спорта) [105]. В работах авторов

G. Galanti и L. Stefani также показано низкое содержание кальция в слюне юных футболистов и велосипедистов [200].

Исследования содержания кальция в слюне интересны и перспективны, стабильное содержание этого элемента в крови является жёстко контролируемым показателем. Паратгормон, кальцитонин и витамин D поддерживают концентрацию макроэлемента в очень узком диапазоне, поэтому понижение его концентрации в крови достаточно сложно отследить.

Кроме того, по данным литературы, изменение уровня кальция в слюне встречается при заболеваниях желудочно-кишечного тракта, мочевыделительной системы и служит неблагоприятным прогностическим фактором в развитии заболеваний. Так, по мнению Бычкова Н.А. (Киев, 2013), уменьшение уровня кальция в слюне может приводить к снижению сократительной способности нижнего пищеводного сфинктера, что играет определенную роль в возникновении гастроэзофагеальной рефлюксной болезни [16]. Исследования, проведённые в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии Юрьевой Э.А. и соавт. (Москва, 2013) показали, что повышение содержания кальция в слюне способствует выраженным нарушениям биоэнергетики и антиоксидантной защиты организма, что расценивается как фактор риска развития заболеваний не только желудочно-кишечного тракта, но и дисметаболической нефропатии [82].

Следующим макроэлементом, содержание которого было проанализировано в зависимости от вида спортивных занятий и пола, явился магний. Результаты сравнения представлены в таблице 4.2.

Наивысшее значение уровня магния в слюне отмечалось среди мальчиков, занимающихся хоккеем на траве –  $7,4 \pm 0,7$  мкг/г, наименьшее – у девочек-фехтовальщиц ( $2,9 \pm 0,7$  мкг/г).

Сравнение содержания магния в слюне у мальчиков и девочек выявило статистически значимые различия в группе

занимающихся хоккеем на траве ( $p=0,005$ ). В целом, у девочек значения показателя были ниже, чем у мальчиков, при занятиях любым видом спорта. При оценке содержания магния в слюне в зависимости от вида спорта различия были статистически значимыми как среди мальчиков ( $F=4,96$ ;  $p=0,004$ ), так и среди девочек ( $F=4,14$ ;  $p=0,011$ ). Наименьшие значения отмечались для юных спортсменов, занимающихся фехтованием. При апостериорных сравнениях среди мальчиков было установлено статистически значимое снижение показателей в группе фехтовальщиков по сравнению с группами пловцов и хоккеистов. Среди девочек статистически значимыми были различия уровня магния в группе фехтовальщиц и пловчих.

**Таблица 4.2. Среднее содержание магния в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		P <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	3,9±0,6	3,9±0,3	0,982
Плавание (1)	6,9±0,8	6,0±1,0	0,477
Хоккей на траве (2)	7,4±0,7	4,9±0,5	<b>0,005</b>
Фехтование (3)	3,3±0,6	2,9±0,7	0,733
F Фишера, p	4,96; 0,004	4,14; 0,011	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>1-3</sub> =0,035 p <sub>2-3</sub> =0,011	p <sub>1-3</sub> =0,011	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Таким образом, уровень магния в слюне детей и подростков, занимающихся фехтованием, был достоверно снижен в сравнении с другими юными спортсменами.

В настоящее время имеется ограниченное количество работ по изучению концентрации магния в слюне юных атлетов. По данным литературы, соотношение макроэлемента в слюне подобно соотношению в сыворотке крови [103, 252]. Российские

ученые Иванов Д.А. и соавт. (Тверь, 2011) установили, что у большинства детей дефицит магния в крови сопровождался снижением содержания элемента в слюне. Магниевый дефицит способствует нарушению релаксационной способности миокарда левого желудочка и его ремоделированию, а также приводит к нарушениям вегетативной регуляции ритма сердца и циркадного профиля артериального давления [129]. Постникова Л.Б. и соавт. (Москва, 2006) в своих исследованиях показали, что снижение концентрации магния в слюне происходит при нарушении адаптационных процессов, что может служить одним из звеньев патогенеза хронического воспаления и бронхиальной обструкции [26]. По мнению Андрусишиной И.Н. (Киев, 2009) определение уровня кальция и магния в слюне может быть использовано при оценке функционального состояния организма, а также как дополнительный диагностический маркер при проведении скрининговых исследований [6].

Магний является синергистом калия, процессы обмена этих элементов тесно связаны в организме. Калий – третий макроэлемент, который исследовался в нашей работе.

Результаты оценки уровня калия в слюне мальчиков и девочек, занимающихся различными видами спорта, представлены в таблице 4.3.

Наименьшим содержанием калия в слюне характеризовались юные спортсменки, занимающиеся фехтованием ( $493,6 \pm 91,6$  мкг/г). Наибольшее содержание калия отмечалось среди девочек контрольной группы ( $1484,3 \pm 81,9$  мкг/г).

При сравнении содержания калия в слюне среди мальчиков и девочек нами не было установлено статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ).

Достаточно явно прослеживалась зависимость содержания калия в слюне исследуемых в зависимости от спортивной активности. Как среди мальчиков, так и среди девочек влияние занятий спортом на анализируемый показатель было существенным при уровне значимости  $p < 0,001$ . Также, вне

зависимости от пола, отмечались статистически значимые различия уровня калия в слюне спортсменов с показателем контрольной группы ( $p < 0,001$ ). Между группами исследуемых, занимающихся различными видами спорта, статистически значимых различий выявлено не было, однако следует отметить более низкое содержание калия в слюне исследуемых, занимающихся единоборством.

**Таблица 4.3. Среднее содержание калия в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		P <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	1388,3±186,5	1484,3±81,9	0,647
Плавание (1)	783,2±31,5	756,0±74,7	0,743
Хоккей на траве (2)	770,8±37,1	807,7±42,2	0,516
Фехтование (3)	547,4±86,9	493,6±91,6	0,675
F Фишера, p	17,89; <0,001	33,75; <0,001	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>0-1</sub> <0,001 p <sub>0-2</sub> <0,001 p <sub>0-3</sub> <0,001	p <sub>0-1</sub> <0,001 p <sub>0-2</sub> <0,001 p <sub>0-3</sub> <0,001	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Причины пониженного содержания данного макроэлемента в слюне юных спортсменов могут быть разнообразны. Одна из них обусловлена перемещением калия из внеклеточного пространства внутрь клеток. Кроме того, в условиях мышечного напряжения включается и механизм терморегуляции – потоотделение. При выполнении физических нагрузок потеря электролитов с потом будет сказываться на электролитном балансе в слюне. Показатели, полученные нами, согласуются с результатами ученых Грязных А.В., Кузнецова А.П. В своём исследовании они определяли концентрацию калия в слюне высококвалифицированных борцов старшей возрастной группы

(18-22 лет) и установили: различный уровень повседневной двигательной активности оказывает влияние на электролитный состав данной биологической жидкости. Так, концентрация макроэлемента в слюне спортсменов в условиях мышечного покоя имеет достоверно низкие значения в сравнении с людьми, не занимающимися спортом. Интересно, что при выполнении физической нагрузки уровень калия в слюне снижался у лиц, не занимающихся спортом, у спортсменов-борцов подобного угнетения не выявлялось. Учёные связали такое состояние с адаптированностью организма к выполнению физических нагрузок [35, 212].

Таким образом, установлены особенности макроэлементного состава слюны юных спортсменов. Достоверно значимое снижение содержания калия выявлено во всех группах детей и подростков, профессионально занимающихся спортом, по отношению к контрольной группе. Макроэлементы кальция и магний достоверно снижены в группе детей, занимающихся единоборствами.

Рассмотрим особенности содержания микроэлементов – железа, цинка, селена и хрома в слюне юных спортсменов.

Результаты сравнения уровня железа в зависимости от спортивных занятий и пола представлены в таблице 4.4.

Содержание железа в слюне принимало наибольшее среднее значение в группе девочек, занимающихся хоккеем на траве ( $0,061 \pm 0,026$  мкг/г), наименьшее – среди мальчиков-хоккеистов ( $0,03 \pm 0,003$ ).

Согласно полученным нами данным, существенные различия содержания железа в слюне между мальчиками и девочками отсутствовали ( $p > 0,05$ ). В группе мальчиков отмечалась статистически значимая зависимость содержания железа от вида спорта ( $F=4,81$ ;  $p=0,004$ ), обусловленная, прежде всего, статистически значимым снижением показателя в группе хоккеистов по сравнению с группой пловцов ( $p=0,002$ ). В группе девочек статистически значимые различия содержания железа в

слюне в зависимости от вида спортивных занятий отсутствовали ( $F=0,36$ ;  $p=0,782$ ).

**Таблица 4.4. Среднее содержание железа в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		p <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	0,04±0,01	0,049±0,012	0,54
Плавание (1)	0,048±0,003	0,046±0,006	0,725
Хоккей на траве (2)	0,030±0,003	0,061±0,026	0,254
Фехтование (3)	0,036±0,007	0,036±0,009	1,0
F Фишера; p	4,81; 0,004	0,36; 0,782	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>1-2</sub> =0,002	p>0,05	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Таким образом, нами не установлено достоверных различий в быстрой экспозиции железа между контрольной группой и группами юных спортсменов.

Сведения о среднем содержании цинка в различных группах, исследуемых представлены в таблице 4.5.

Наименьшее содержание цинка в слюне отмечалось в группе девочек, занимающихся фехтованием (0,029±0,009 мкг/г). Наиболее высокие значения показателя были у спортсменов, занимающихся хоккеем на траве, особенно у девочек-хоккеисток, у которых средний уровень цинка в слюне составлял 0,413±0,157 мкг/г.

Нами не было установлено статистически значимых различий между девочками и мальчиками по содержанию цинка в слюне, независимо от отношения к спорту и вида спортивной нагрузки ( $p>0,05$ ). Различия показателя среди мальчиков, занимающихся разными видами спорта, оказались статистически незначимыми ( $F=2,17$ ;  $p=0,1$ ).



**Таблица 4.5. Среднее содержание цинка в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от вида занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		p <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	0,031±0,007	0,033±0,006	0,77
Плавание (1)	0,063±0,009	0,060±0,014	0,894
Хоккей на траве (2)	0,153±0,049	0,413±0,157	0,134
Фехтование (3)	0,033±0,011	0,029±0,009	0,783
F Фишера; p	2,17; 0,1	5,35; 0,003	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>1-2</sub> =0,002	p <sub>0-2</sub> =0,004 p <sub>1-2</sub> =0,033 p <sub>3-2</sub> =0,017	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Среди девочек уровень цинка в слюне был существенно выше в группе спортсменок, занимающихся хоккеем на траве (0,413±0,157 мкг/г). Данный показатель имел статистически значимые различия со всеми остальными группами: занимающихся плаванием (p=0,033), фехтованием (p=0,017) и контрольной группой (p=0,004). Скорее всего, повышение содержания цинка в слюне девочек из группы спортивных игр связано с усилением метаболизма элемента в организме. Этот факт говорит о возрастании подвижности элемента и риске возникновения его дефицита. Цинк – эссенциальный микроэлемент, и наибольший интерес представляет его участие в регуляции биосинтеза белка. Интенсивность белкового обмена в организме спортсменов активизируется постоянными интенсивными физическими нагрузками, которые стимулируют как процессы гипертрофии мышечной ткани, так и скорость ресинтеза функциональных белков. Ученые из государственного университета Сан-Паулу (Бразилия) Giolo De Carvalho F., Rosa F.T. определяли уровень цинка в плазме, моче и слюне 8

высококвалифицированных пловцов в возрасте 18-25 лет, и получили схожие данные. Так, уровень микроэлемента в слюне оказался высоким на фоне его пониженного содержания в плазме [154].

Еще одним микроэлементом, содержание которого было проанализировано в зависимости от вида спорта и пола исследуемых, был селен. Цинк и селен – важнейшие элементы с биокаталитическими, иммуно- и гормонотормозящими свойствами. Полученные результаты представлены в таблице 4.6.

Среднее содержание селена в слюне было наивысшим среди мальчиков, занимающихся фехтованием ( $15,5 \pm 1,5$  нг/г). Самое низкое среднее значение показателя отмечалось среди девочек контрольной группы –  $5,8 \pm 0,3$  нг/г.

**Таблица 4.6. Среднее содержание селена в слюне (нг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		P <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	8,1±0,9	5,8±0,3	<b>0,048</b>
Плавание (1)	11,3±1,0	11,8±1,8	0,804
Хоккей на траве (2)	12,7±1,5	12,2±1,9	0,847
Фехтование (3)	15,5±1,5	14,8±1,2	0,740
F Фишера; p	2,24; 0,091	10,21; <0,001	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p>0,05	p <sub>0-1</sub> =0,01 p <sub>0-2</sub> =0,002 p <sub>0-3</sub> <0,001	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Интересной особенностью селена, отличающей его от остальных макро- и микроэлементов, явились статистически значимые различия его содержания в слюне между мальчиками и девочками в контрольной группе (p=0,048). У мальчиков средний показатель был в 1,4 раза выше, чем у девочек, что может

свидетельствовать о наличии гендерных особенностей уровня селена в слюне. При занятиях спортом содержание селена увеличивалось и показатели выравнивались: различия между мальчиками и девочками, занимающимися каким-либо видом спорта, были несущественными.

Увеличение содержания селена в слюне у спортсменов было статистически значимым в группе девочек ( $F=10,21$ ;  $p<0,001$ ). Показатель в контрольной группе был ниже, чем среди девочек, занимающихся плаванием ( $p=0,01$ ), хоккеем на траве ( $p=0,002$ ) и фехтованием ( $p<0,001$ ). Среди мальчиков также отмечалось увеличение уровня селена в слюне при занятиях спортом, однако изменения были статистически не значимыми ( $F=2,24$ ;  $p=0,091$ ). По нашему мнению, возрастание содержания селена в слюне говорит не об избытке его в организме, а о повышенном использовании. Селен – эссенциальный микроэлемент. Скальный А.В. в своих исследованиях показал, что повышенная концентрация жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о повышенном их метаболизме [140, 143]. По данным Станкевич Л.Г. и Земцовой И.И., у спортсменов, деятельность которых связана с проявлением выносливости, происходит значительное усиление образования свободных радикалов, активация процессов окисления липидов в тканях, что истощает антиоксидантные системы организма, приводит к ускорению обмена селена в биологических жидкостях [154].

Наконец, нами был проанализирован уровень хрома в слюне исследуемых (табл. 4.7).

Среднее содержание хрома в слюне было наименьшим у мальчиков контрольной группы ( $2,4\pm 0,4$  нг/г), наивысшим – у девочек, занимающихся хоккеем на траве ( $34,1\pm 4,5$  нг/г).

При сравнении уровня хрома в слюне мальчиков и девочек контрольной группы, а также занимающихся плаванием и фехтованием, статистически значимых различий не наблюдалось ( $p>0,05$ ). Среди хоккеистов показатель был выше среди девочек –  $34,1\pm 4,5$  нг/г, по сравнению с показателем у мальчиков

(21,1±1,1 нг/г). Различия были статистически значимыми (p=0,013).

**Таблица 4.7. Среднее содержание хрома в слюне (нг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом**

Вид спорта	Пол исследуемых		p <sub>1</sub>
	Мальчики	Девочки	
Контроль (0)	2,4±0,4	3,3±0,3	0,111
Плавание (1)	21,6±1,9	17,8±5,0	0,492
Хоккей на траве (2)	21,1±1,1	34,1±4,5	<b>0,013</b>
Фехтование (3)	16,5±1,5	14,6±1,3	0,326
F Фишера; p	15,94; <0,001	21,57; <0,001	
Апостериорные сравнения по методу Тьюки	p <sub>0-1</sub> <0,001 p <sub>0-2</sub> <0,001 p <sub>0-3</sub> =0,001	p <sub>0-1</sub> =0,007 p <sub>0-2</sub> <0,001 p <sub>1-2</sub> =0,004 p <sub>2-3</sub> <0,001	

*Примечание:* p<sub>1</sub> – статистическая значимость различий показателей между мальчиками и девочками в пределах одной группы исследования.

Анализ содержания хрома в слюне у мальчиков в зависимости от занятий определенным видом спорта позволил установить статистически значимые различия между контрольной группой и каждой из групп спортсменов (p≤0,001). Среди девочек уровень хрома в слюне был существенно ниже в контрольной группе по сравнению с пловчихами (p=0,007) и хоккеистками (p<0,001). Показатель среди девочек, занимающихся хоккеем на траве, был статистически значимо выше, чем в группе пловчих (p=0,004) и фехтовальщиц (p<0,001). По-видимому, повышение содержания хрома в слюне юных спортсменов также объясняется усилением метаболизма в условиях высокоинтенсивных физических нагрузок. Для спортсменов важно, что хром необходим при длительных аэробных нагрузках, когда роль углеводов и жиров в энергообеспечении организма существенно возрастает. Bunner и McGinnis еще в 1998 году доказали, что дефицит хрома

провоцирует у профессиональных спортсменов гипогликемические состояния.

Сводная информация об изменениях содержания макро- и микроэлементов в слюне среди мальчиков и девочек, занимающихся различными видами спорта, по сравнению с контрольной группой, представлена в таблице 4.8.

В результате исследования установлено, что микроэлементный состав слюны юных спортсменов имеет свои особенности и отличается от показателей здоровых детей, не занимающихся спортом. Выявлено достоверно высокое содержание хрома в слюне атлетов по отношению к контрольной группе. Концентрация селена статистически выше среди девочек-спортсменок. Среди мальчиков, профессионально занимающихся спортом, также отмечалось увеличение уровня селена в слюне, однако изменения были статистически не значимыми.

**Таблица 4.8. Изменения содержания макро- и микроэлементов в слюне**

Элемент	Контроль		Плавание		Хоккей на траве		Фехтование	
	мал.	дев.	мал.	дев.	мал.	дев.	мал.	дев.
Кальций (мкг/г)	41,7	45,6	↓	↓	↓↓	↑	↓↓↓*	↓↓↓*
Магний (мкг/г)	3,9	3,9	↑	↑↑	↑↑	↑	↓	↓
Калий (мкг/г)	1388,3	1484,3	↓*	↓↓*	↓↓*	↓*	↓↓↓*	↓↓↓*
Железо (мкг/г)	0,04	0,049	↑	↓	↓↓	↑	↓	↓↓
Цинк (мкг/г)	0,031	0,033	↑↑	↑	↑↑↑	↑↑*	↑	↓
Селен (нг/г)	8,1	5,8	↑	↑*	↑↑	↑↑*	↑↑↑	↑↑↑*
Хром (нг/г)	2,4	3,3	↑↑↑*	↑↑*	↑↑*	↑↑↑*	↑*	↑

*Примечание:* ячейки серого цвета – снижение показателя по сравнению с контролем;  
 ячейки рыжего цвета – повышение показателя по сравнению с контролем;  
 \* – различия по сравнению с контролем статистически значимы (p<0,05).

Таким образом, нами выявлены значительные отклонения уровней макро- и микроэлементов в слюне исследуемых групп.

Полученные результаты показывают быструю экспозицию минералов в данной биологической среде. Помимо этого, для детей и подростков, занимающихся различными видами спорта, установлены групповые особенности макро- и микроэлементного состояния. Так, для юных спортсменов единоборств характерны более низкие уровни макроэлементов кальция и магния в слюне. Дети и подростки из группы спортивных игр имели самые высокие показатели цинка.

Обращает на себя внимание, что изменения в макроэлементном составе слюны юных спортсменов характеризовались снижением концентраций, в то время как отклонения в микроэлементном составе – повышением уровней изучаемых минералов (таблица 4.8). Скорее всего, это связано с различной проницаемостью гематосаливарного барьера для макро- и микроэлементов в условиях интенсивных физических нагрузок и, вероятно, во многом носит адаптационно-приспособительный к повышенным спортивным нагрузкам характер. В нашем исследовании не проводилось изучение элементного состава крови, но, по данным литературы, проницаемость гематосаливарного барьера неодинакова и может изменяться под действием различных факторов [22]. Комаровой Л.Г. и Алексеевой О.П. (2006) показано, что концентрация большинства электролитов и микроэлементов в слюне сопоставима с их концентрацией в сыворотке крови [58].

#### **4.2. Взаимосвязь показателей элементного статуса слюны юных спортсменов и подростков, не занимающихся спортом, от различных факторов**

На данном этапе исследования был проведен корреляционно-регрессионный анализ зависимости содержания макро- и микроэлементов в слюне юных спортсменов и подростков, не занимающихся спортом, от различных факторов. Вначале была изучена связь между содержанием элементов в

слюне и возрастом. При этом были получены следующие значения коэффициентов корреляции (таблица 4.9).

**Таблица 4.9. Характеристики корреляционных связей между возрастом и содержанием макро- и микроэлементов в слюне**

Элемент	Коэффициент корреляции $r_{xy}$							
	Контроль		Плавание		Хоккей на траве		Фехтование	
	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>
Кальций	-0,39	-0,29	<b>+0,50*</b>	+0,44	+0,08	+0,16	+0,58	-0,26
Магний	-0,27	-0,17	+0,31	-0,26	+0,17	+0,21	+0,51	+0,01
Калий	-0,47	-0,31	+0,17	+0,14	+0,12	+0,18	<b>+0,65*</b>	-0,29
Железо	-0,34	+0,12	+0,34	-0,48	-0,11	-0,03	-0,28	-0,46
Цинк	-0,23	0,05	-0,03	-0,51	+0,23	<b>-0,55*</b>	<b>+0,67*</b>	+0,39
Селен	-0,34	0,25	+0,10	+0,19	-0,15	+0,08	+0,02	+0,57
Хром	-0,63	-0,39	-0,04	-0,59	-0,04	+0,004	+0,26	-0,45

*Примечание:* \* – уровень значимости корреляционной связи соответствовал  $p < 0,05$ .

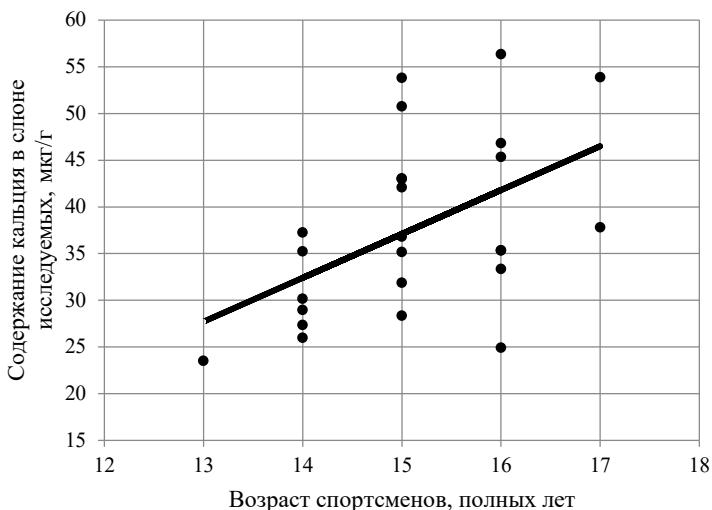
При анализе зависимости уровня кальция в слюне от возраста юных спортсменов, занимающихся плаванием, с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4.1):

$$Y_{Ca} = -33,31 + 4,69 \cdot X_{ВОЗ}, \quad (4.1)$$

где  $Y_{Ca}$  – содержание кальция в слюне спортсменов (мкг/г),  
 $X_{ВОЗ}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,50, что по шкале Чеддока соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 25,1%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,011.

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.1.



**Рис. 4.1. Зависимость содержания кальция в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся плаванием**

Следующее уравнение (4.2) описывает связь между возрастом исследуемых и содержанием цинка в группе хоккеисток:

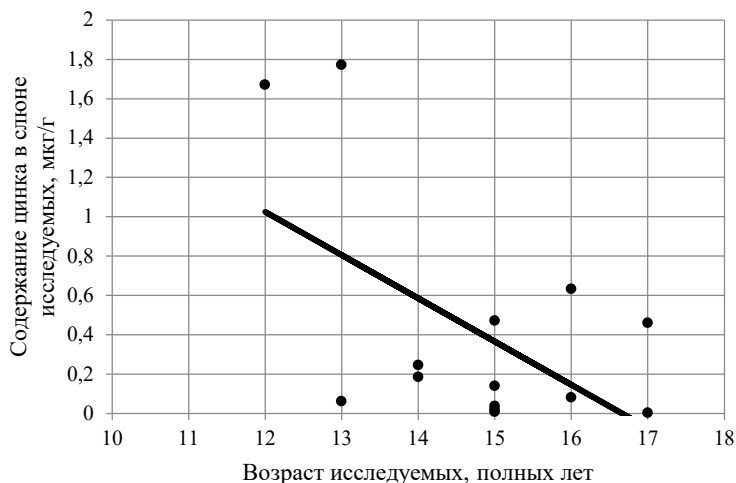
$$Y_{Zn} = 3,66 - 0,22 \cdot X_{воз}, \quad (4.2)$$

где  $Y_{Zn}$  – содержание цинка в слюне спортсменок (мкг/г),  
 $X_{воз}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.2.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил -0,55, что по шкале Чеддока соответствует заметной обратной связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 30,4%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,041.





**Рис. 4.2. Зависимость содержания цинка в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся хоккеем на траве**

В результате анализа зависимости уровня цинка от возраста в группе мальчиков, занимающихся фехтованием, нами было получено следующее уравнение (4.3):

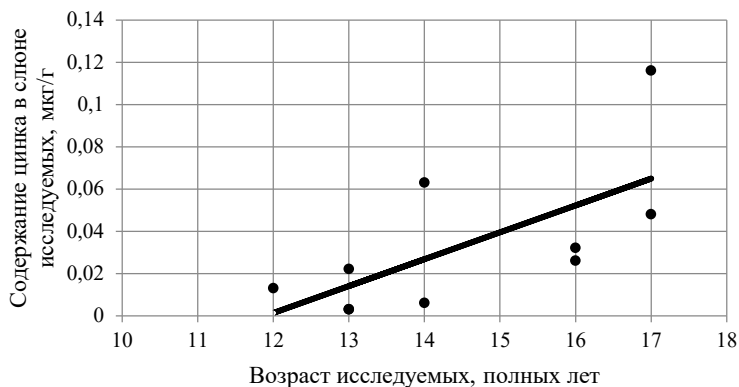
$$Y_{Zn} = -0,15 + 0,01 \cdot X_{воз}, \quad (4.3)$$

где  $Y_{Zn}$  – содержание цинка в слюне спортсменов-фехтовальщиков (мкг/г),

$X_{воз}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.3.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,67, что по шкале Чеддока соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 44,4%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,035.



**Рис. 4.3. Зависимость содержания цинка в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся фехтованием.**

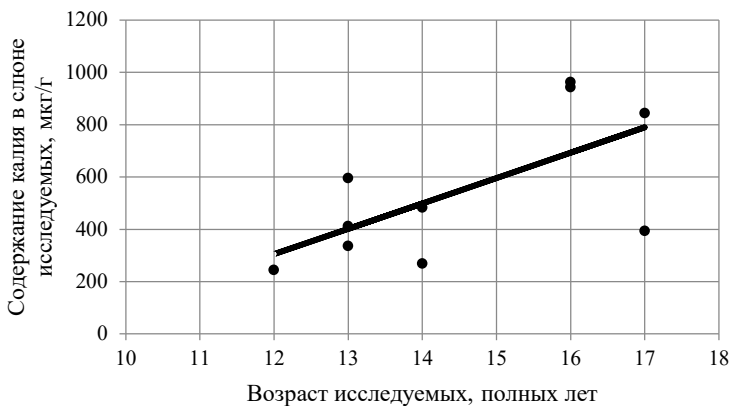
Наконец, еще одно уравнение регрессии было рассчитано для описания зависимости содержания калия от возраста спортсменов, занимающихся фехтованием (4.4):

$$Y_K = -855,53 + 96,75 \cdot X_{\text{воз}}, \quad (4.4)$$

где  $Y_K$  – содержание калия в слюне спортсменов-фехтовальщиков (мкг/г),  
 $X_{\text{воз}}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.4.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,65, что по шкале Чеддока соответствует заметной прямой связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 42,0%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,043.



**Рис. 4.4. Зависимость содержания калия в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся фехтованием**

Далее нами была изучена зависимость содержания элементов в слюне от индекса массы тела. При этом были получены следующие значения коэффициентов корреляции (таблица 4.10).

**Таблица 4.10. Характеристики корреляционных связей между ИМТ и содержанием макро- и микроэлементов в слюне исследуемых**

Элемент	Коэффициент корреляции $r_{xy}$							
	Контроль		Плавание		Хоккей на траве		Фехтование	
	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>	<i>мал.</i>	<i>дев.</i>
Кальций	-0,33	-0,21	+0,19	+0,33	+0,17	+0,14	+0,22	+0,04
Магний	-0,19	-0,31	+0,14	+0,01	+0,28	+0,31	+0,19	-0,13
Калий	-0,35	-0,28	+0,04	-0,04	+0,23	-0,003	+0,25	-0,18
Железо	-0,26	+0,05	+0,11	+0,18	+0,14	-0,13	-0,36	+0,28
Цинк	-0,11	-0,25	+0,25	-0,24	-0,004	+0,28	+0,31	+0,06
Селен	-0,30	-0,06	-0,26	+0,16	-0,28	+0,44	+0,04	+0,31
Хром	-0,42	<b>-0,46</b>	+0,18	-0,34	+0,13	-0,09	+0,28	+0,06

*Примечание:* \* – уровень значимости корреляционной связи соответствовал  $p < 0,05$ .

Согласно результатам проведенного корреляционного анализа зависимости содержания микро- и макроэлементов в слюне исследуемых от ИМТ, нами не было отмечено сильных связей между сопоставляемыми параметрами во всех группах.

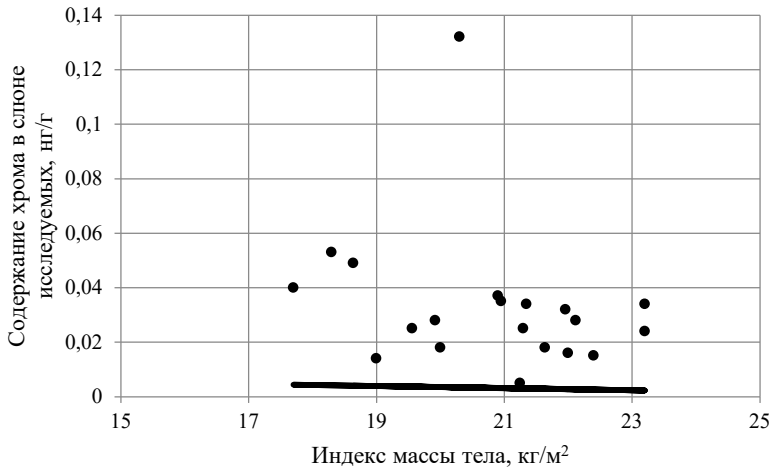
Единственной статистически значимой зависимостью оказалась взаимосвязь уровня хрома и ИМТ у девушек контрольной группы, описываемая следующим уравнением регрессии (4.5):

$$Y_{Zn} = 0,011 - 0,39 \cdot X_{ИМТ}, \quad (4.5)$$

где  $Y_{Zn}$  – содержание цинка в слюне девушек контрольной группы (нг/г),

$X_{ИМТ}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.5.



**Рис. 4.5. Зависимость содержания хрома в слюне (нг/г) от ИМТ среди девушек контрольной группы**

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил  $-0,46$ , что по шкале Чеддока соответствует умеренной обратной связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю

дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 20,8%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,043.

Таким образом, нами были установлены особенности содержания макро- и микроэлементов в слюне исследуемых в зависимости от возраста и индекса массы тела. Влияние ИМТ на исследуемый показатель практически во всех группах было несущественным.

#### **4.3. Показатели макро- и микроэлементного состава волос у девочек исследуемых групп**

Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма и не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона [56, 88, 139, 146]. В исследованиях отечественных ученых показано, что химический состав волос – интегральный показатель, и подвержен более выраженным изменениям, чем цельная кровь, что определяет ценность данного биосубстрата, в том числе и на стадии донозологической диагностики [69].

Забор биологического материала проводили в соответствии с разрешением Локального Этического Комитета государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанского государственного медицинского университета» Министерства здравоохранения РФ.

Получение добровольного информированного согласия было одной из основополагающих мер для забора волос на исследование макро- и микроэлементов. Забор производился путем срезания волос из нескольких мест с затылочной части головы в соответствии с требованиями медицинской технологии "Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека" (Регистрационное удостоверение № ФС-

2007/128 от 09 июля 2007 г.), в связи с этим дети и подростки с короткими стрижками участвовать в исследовании не могли. Окрашенные или подверженные химической завивке волосы в нашем исследовании также не использовались. Для анализа волос на минеральный состав необходимо было соблюсти все вышеперечисленные требования. Согласно требованиям вышеуказанной технологии, если хотя бы одно из условий не выполнялось, забор волос не осуществлялся. В связи с этим определение макро- и микроэлементов в волосах было проведено не во всех группах исследования.

Анализ содержания в волосах макро- и микроэлементов был выполнен среди девочек контрольной группы, занимающихся хоккеем на траве и фехтованием. Полученные значения сопоставлены в таблице 4.11.

**Таблица 4.11. Среднее содержание макро- и микроэлементов (мкг/г) в волосах девочек, исследуемых в зависимости от занятий спортом**

Элемент	Сравниваемые подгруппы			p <sub>I</sub>	p <sub>II</sub>
	Контроль (0)	Хоккей на траве (2)	Фехтование (3)		
Кальций	846,1±109,7	1039,4±61,1	698,0±93,8	0,209	p>0,05
Магний	70,8±8,1	95,4±8,7	73,2±14,0	0,131	p>0,05
Калий	30,4±6,6	95,9±12,1	106,2±29,5	<0,001	p <sub>0-2</sub> =0,003 p <sub>0-3</sub> =0,015
Железо	34,8±4,4	23,2±3,8	22,6±4,2	0,112	p <sub>0-3</sub> =0,013
Цинк	85,0±6,1	184,4±15,1	135,2±16,2	<0,001	p <sub>0-2</sub> <0,001
Селен	0,41±0,02	0,48±0,01	0,54±0,02	0,001	p <sub>0-2</sub> =0,009 p <sub>0-3</sub> =0,008
Хром	1,40±0,39	0,22±0,07	0,44±0,16	0,118	p>0,05

*Примечание:* p<sub>I</sub> – статистическая значимость различий при проведении однофакторного дисперсионного анализа, p<0,05;  
p<sub>II</sub> – статистическая значимость различий при парном сравнении совокупностей, p<0,05

В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа были установлены статистически значимые различия содержания калия, цинка и селена в волосах исследуемых в зависимости от вида спортивной активности.

Выявлено, что уровень калия был повышен среди юных спортсменок по сравнению с контрольной группой. Наиболее высокие значения показателя отмечались у девочек, занимающихся фехтованием –  $106,2 \pm 29,5$  мкг/г, в то время как у группы контроля – всего  $30,4 \pm 6,6$  мкг/г. По данным Реброва В.Г. (Москва, 2008), повышение уровня калия в волосах может означать избыточное накопление в организме или перераспределение этого элемента между тканями, дисбаланс электролитов или дисфункцию коры надпочечников. Повышенный уровень в волосах макроэлемента учёный рассматривает как отражение нарушения водно-солевого обмена, функции симпато-адреналовой системы [120].

По мнению Скального А.В., повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита). В своих исследованиях он показал, что подавляющее большинство случаев дисмикроэлементозов у спортсменов можно отнести к разряду профессиональных, связанных с повышенными физическими и психоэмоциональными нагрузками [140, 143]. Повышение содержания калия в волосах спортсменов он рассматривает как показатель усиленного метаболизма элемента в организме, это говорит о возрастании его подвижности и риске возникновения дефицита [142].

Содержание цинка было статистически значимо выше, чем в контрольной группе, среди девочек, занимающихся хоккеем на траве ( $p < 0,001$ ). Радыш И.И. и Дулепова И.И. также в своих исследованиях получили увеличение концентрации цинка в волосах спортсменов [117]. В то же время при исследовании особенностей элементного состава волос профессиональных

футболистов 18-35 лет Орджоникидзе З.Г. и соавт. отмечают отсутствие достоверных различий между спортсменами и контрольной группой по содержанию цинка в волосах. Этот факт рассматривается как относительный дефицит микроэлемента. Формирующийся дисбаланс может повышать склонность спортсменов к иммунодефицитным состояниям, воспалительным процессам, повышать чувствительность к гипоксии. По данным отечественной и зарубежной литературы, даже относительный дефицит цинка влияет на скорость заживления ран и восстановление после травм и переломов костей [106].

Проведенный анализ установил статистически значимое повышение уровня селена в волосах девочек, занимающихся спортом. При сравнении показателя фехтовальщиц ( $0,54 \pm 0,02$  мкг/г) с контрольной группой ( $0,41 \pm 0,02$  мкг/г) уровень значимости составил 0,008; для девочек, занимающихся хоккеем на траве, –  $0,48 \pm 0,01$  мкг/г, при  $p=0,009$ . Повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита) [117, 140]. Этот микроэлемент стимулирует в организме иммунитет, является антиоксидантом и обладает защитным влиянием на цитоплазматические мембраны, не допуская их повреждения и генетического нарушения. Он способствует нормальному развитию клетки. В организме селен проявляет антагонизм по отношению к тяжёлым металлам [120, 137]. По данным литературы, при дефиците селена в рационе питания в организме спортсмена более динамично, чем в общей популяции, могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, повышение склонности к воспалительным заболеваниям, снижение функции печени, кардиопатия, атеросклероз, замедление роста. Особое значение дефицита селена для организма спортсмена проявляется повышенным риском развития инфаркта миокарда. При этом селендефицитное состояние провоцирует ускоренное развитие кардиомиопатии [106]. Таким образом, элементный состав волос юных



спортсменов в целом существенно отличается от показателей детей, не занимающихся спортом профессионально.

#### 4.4. Взаимосвязь показателей макро- и микроэлементного статуса волос юных спортсменов и детей, не занимающихся спортом, от различных факторов

Далее нами была изучена зависимость содержания элементов в волосах исследуемых от возраста и индекса массы тела. Вначале была рассмотрена зависимость уровня макро- и микроэлементов от фактора возраста (таблица 4.12).

**Таблица 4.12. Характеристики корреляционных связей между возрастом и содержанием макро- и микроэлементов в волосах девочек**

Элемент	Коэффициент корреляции $r_{xy}$		
	Контроль	Хоккей на траве	Фехтование
Кальций	+0,25	-0,21	<b>-0,75</b>
Магний	+0,53	-0,48	<b>-0,69</b>
Калий	+0,25	-0,13	+0,38
Железо	-0,09	+0,59	+0,02
Цинк	-0,08	-0,31	+0,39
Селен	-0,43	-0,09	+0,01
Хром	+0,10	+0,63	-0,39

*Примечание:* \* – уровень значимости корреляционной связи соответствовал  $p < 0,05$ .

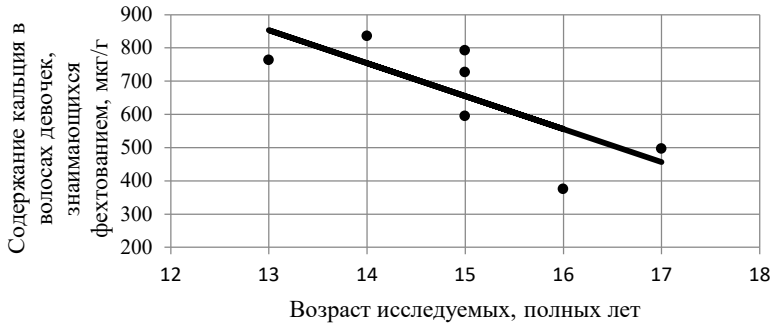
При анализе зависимости уровня кальция в волосах от возраста юных фехтовальщиц с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4.6):

$$Y_{Ca} = 2144,5 - 99,3 \cdot X_{воз}, \quad (4.6)$$

где  $Y_{Ca}$  – содержание кальция в волосах спортсменок (мкг/г),  
 $X_{воз}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.6.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил  $-0,75$ , что по шкале Чеддока соответствует *высокой тесноте* обратной связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил  $56,2\%$ . Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил  $0,048$ .



**Рис. 4.6.** Зависимость содержания кальция в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменок, занимающихся фехтованием

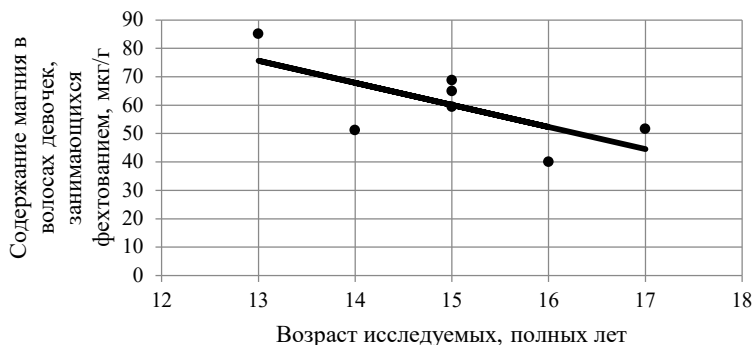
При анализе зависимости уровня магния в волосах от возраста юных фехтовальщиц с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4.7):

$$Y_{Mg} = 177,1 - 7,8 \cdot X_{ВОЗ}, \quad (4.7)$$

где  $Y_{Mg}$  – содержание магния в волосах спортсменок (мкг/г),  
 $X_{ВОЗ}$  – возраст исследуемых (полных лет).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.7.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил  $-0,69$ , что по шкале Чеддока соответствует *заметной тесноте* обратной связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил  $47,6\%$ . Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил  $0,046$ .



**Рис. 4.7.** Зависимость содержания магния в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменок, занимающихся фехтованием

Следующим фактором, влияние которого на содержание макро- и микроэлементов было проанализировано, явился ИМТ. Описание полученных корреляционных связей между указанными показателями представлено в таблице 4.13.

**Таблица 4.13.** Характеристики корреляционных связей между ИМТ и содержанием макро- и микроэлементов в волосах исследуемых девочек

Элемент	Коэффициент корреляции $r_{xy}$							
	Контроль		Плавание		Хоккей на траве		Фехтование	
	мал.	дев.	мал.	дев.	мал.	дев.	мал.	дев.
Кальций	н/д	+0,14	н/д	н/д	н/д	<b>+0,60</b>	н/д	-0,04
Магний	н/д	+0,23	н/д	н/д	н/д	+0,26	н/д	-0,68
Калий	н/д	+0,18	н/д	н/д	н/д	-0,26	н/д	+0,18
Железо	н/д	-0,24	н/д	н/д	н/д	-0,59	н/д	+0,44
Цинк	н/д	+0,05	н/д	н/д	н/д	-0,26	н/д	+0,53
Селен	н/д	+0,19	н/д	н/д	н/д	-0,14	н/д	<b>+0,85</b>
Хром	н/д	+0,34	н/д	н/д	н/д	-0,31	н/д	-0,36

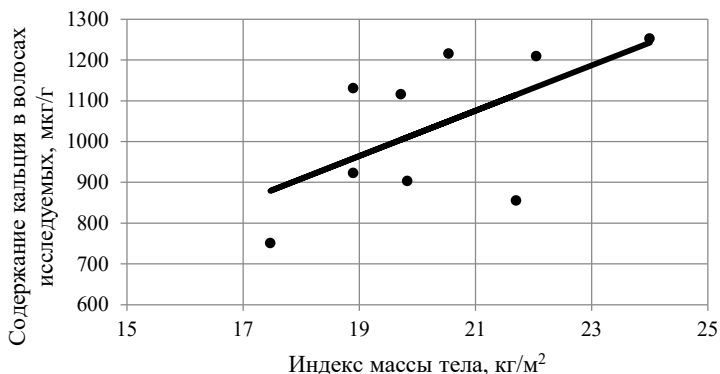
*Примечание:* \* – уровень значимости корреляционной связи соответствовал  $p < 0,05$ .

При анализе зависимости уровня кальция в волосах от ИМТ юных хоккеисток на траве с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4.8):

$$Y_{Ca} = -92,51 + 55,64 \cdot X_{ИМТ}, \quad (4.8)$$

где  $Y_{Ca}$  – содержание кальция в волосах спортсменов (мкг/г),  
 $X_{ИМТ}$  – индекс массы тела исследуемых (кг/м<sup>2</sup>).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.8.



**Рис. 4.8. Зависимость содержания кальция в волосах (мкг/г) от ИМТ среди спортсменов, занимающихся хоккеем на траве**

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,60, что по шкале Чеддока соответствует *заметной* прямой связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором возраста, составил 36,0%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,047.

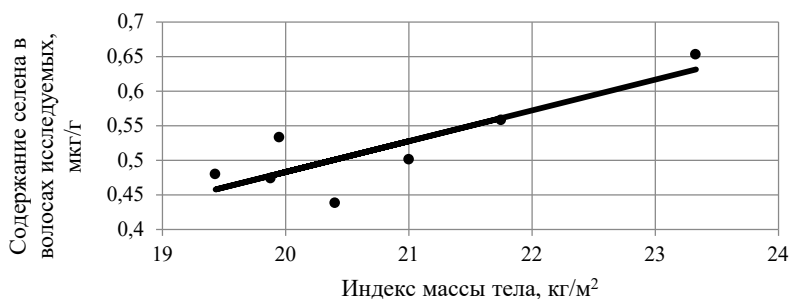
При анализе зависимости уровня селена в волосах от ИМТ среди девочек, занимающихся фехтованием, с помощью метода парной линейной регрессии было получено следующее уравнение (4.11):

$$Y_{Se} = -0,408 + 0,045 \cdot X_{ИМТ}, \quad (4.11)$$

где  $Y_{Se}$  – содержание селена в волосах фехтовальщиц (мкг/г),  
 $X_{ИМТ}$  – индекс массы тела исследуемых (кг/м<sup>2</sup>).

Графически полученная зависимость представлена на рисунке 4.9.

Коэффициент корреляции для данной зависимости составил 0,85, что по шкале Чеддока соответствует *высокой тесноте* прямой связи. Коэффициент детерминации  $R^2$ , определяющий долю дисперсии показателя, объясняемой фактором ИМТ, составил 72,2%. Уровень значимости наблюдаемой корреляционной связи составил 0,015.



**Рис. 4.9.** Зависимость содержания селена в волосах (мкг/г) от ИМТ (кг/м<sup>2</sup>) среди девочек, занимающихся фехтованием

#### **4.5. Изучение сопоставимости содержания элементов в различных биологических средах**

На сегодняшний день анализ элементов в отдельно взятой биологической среде представляется односторонним и необъективным. Работы по изучению взаимосвязей между содержанием элементов в слюне и волосах единичны.

С целью оценки сопоставимости уровня макро- и микроэлементов в различных биологических средах, нами был проведен корреляционный анализ зависимости уровня изучаемых элементов в слюне от их содержания в волосах. Полученные данные представлены в таблице 4.14.

**Таблица 4.14. Характеристики корреляционной связи между содержанием микро- и макроэлементов в слюне и волосах исследуемых.**

Макро-/микроэлемент	Характеристики корреляционной связи			
	R	R <sup>2</sup>	p	Интерпретация по шкале Чеддока
Кальций	0,16	2,6%	0,317	слабая
Магний	0,08	0,7%	0,607	связь отсутствует
Калий	-0,72	52,2%	<b>&lt;0,001</b>	высокая
Железо	-0,01	<0,01%	0,958	связь отсутствует
Цинк	0,32	10,1%	0,052	умеренная
Селен	0,44	19,4%	<b>0,004</b>	умеренная
Хром	-0,27	7,3%	0,091	слабая

Как показал проведенный анализ, статистически значимая взаимосвязь отмечалась при сопоставлении содержания в волосах и слюне таких элементов, как калий ( $R=-0,72$ ;  $p<0,001$ ) и селен ( $R=0,44$ ;  $p=0,004$ ). В первом случае корреляционная связь была обратной, теснота ее при оценке по шкале Чеддока являлась высокой. Для селена отмечалась прямая корреляционная связь между содержанием в волосах и слюне умеренной тесноты.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В педиатрической практике главной задачей при исследовании взаимосвязи между содержанием макро- и микроэлементов и состоянием здоровья, является выбор чувствительных методов анализа и информативных биосубстратов. В настоящее время с целью получения высокоточного результата используются многоэлементные методы атомно-эмиссионной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой. В связи с развитием профилактического направления в медицине все больший интерес привлекают исследования таких биологических субстратов, как волосы и слюна, т.к. неинвазивность, информативность, доступность забора материала представляют хорошие перспективы для осуществления массового контроля за состоянием здоровья детей и подростков.

С помощью метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой определяли содержание кальция, калия, магния и железа; методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой концентрацию микроэлементов хром, цинк и селен в слюне и волосах исследуемых детей и подростков. На сегодняшний день эти высокоточные многоэлементные методы позволяют регистрировать низкие концентрации веществ во всех биологических субстратах, а также характеризуются низкой погрешностью результатов.

Известно, что сбалансированность биохимических сдвигов в крови достигается ценой нарушения биохимического равновесия слюны. В результате исследования нами выявлены общие и групповые (в зависимости от вида спорта) особенности содержания макро- и микроэлементов в слюне детей и подростков с интенсивным уровнем физических нагрузок.

Установлено, что уровень макроэлемента калия в слюне юных спортсменов всех групп достоверно ниже, чем у школьников группы контроля. Отметим, что при сравнении

содержания элемента среди мальчиков и девочек нами не было выявлено статистически значимых различий ( $p > 0,05$ ). Известно, что различный уровень двигательной активности оказывает влияние на электролитный состав слюны. Калий же является основным внутриклеточным катионом. В условиях мышечного напряжения включается специфический механизм терморегуляции – потоотделение. Потери катиона с потом объясняют снижение этого элемента в слюне спортсменов.

При изучении микроэлементного состава слюны установлено, что содержание селена было повышено у всех юных спортсменов. Однако статистически значимое увеличение Se было отмечено только в группе девочек. Среди мальчиков также выявлено повышение данного биоэлемента при занятиях спортом, но изменения не были статистически значимыми. У спортсменов, деятельность которых связана с проявлением выносливости, происходит усиление образования свободных радикалов, активация процессов окисления липидов в тканях, что истощает антиоксидантные системы организма, приводит к ускорению обмена селена в биологических жидкостях.

Установлено, что микроэлемент хром в слюне детей и подростков, занимающихся спортом, также был достоверно повышен в сравнении с группой контроля ( $p < 0,05$ ). Хром необходим при длительных аэробных нагрузках, когда роль углеводов и жиров в энергообеспечении организма существенно возрастает. В условиях интенсивных физических нагрузок происходит усиление метаболизма элемента, что объясняет увеличение его концентрации в слюне юных спортсменов.

Выявлены и групповые особенности содержания макро- и микроэлементов в зависимости от вида физической нагрузки. Так, для детей, занимающихся единоборством, установлены более низкие уровни макроэлемента кальция в слюне по сравнению с группой контроля и остальными юными спортсменами. Согласно полученным нами данным, для мальчиков-фехтовальщиков уровень Ca составил  $24,8 \pm 2,3$  мкг/г, в



то время как у мальчиков контрольной группы Са –  $41,7 \pm 5,6$  мкг/г, у пловцов –  $37,7 \pm 1,9$  мкг/г, у хоккеистов –  $36,0 \pm 1,7$  мкг/г ( $p < 0,05$ ). Содержание Са у девочек-фехтовальщиц –  $32,2 \pm 3,4$  мкг/г, что достоверно ниже показателей Са у девочек группы контроля –  $45,6 \pm 2,3$  мкг/г и уровня Са у хоккеисток –  $50,2 \pm 2,4$  мкг/г. Исследования содержания кальция в слюне интересны и перспективны, стабильное содержание этого элемента в крови является жёстко контролируемым показателем. Паратгормон, кальцитонин и витамин D поддерживают концентрацию макроэлемента в очень узком диапазоне, поэтому понижение его концентрации в крови достаточно сложно отследить.

Для юных спортсменов по фехтованию установлены и более низкие концентрации макроэлемента магния в слюне. Для мальчиков этой группы уровень Mg составил  $3,3 \pm 0,6$  мкг/г, тогда как у пловцов Mg –  $6,9 \pm 0,8$  мкг/г, а у хоккеистов Mg в слюне –  $7,4 \pm 0,7$  мкг/г ( $p < 0,05$ ). Показатели Mg для девочек-фехтовальщиц  $2,9 \pm 0,7$  мкг/г, у пловчих –  $6,0 \pm 1,0$  мкг/г, у хоккеисток –  $4,9 \pm 0,5$  мкг/г. Снижение концентрации магния в слюне происходит при нарушении адаптационных процессов (Постникова Л.Б., 2006).

Дети и подростки, занимающиеся игровым видом спорта, имели достоверно высокие уровни цинка в слюне. Так, среди мальчиков-хоккеистов среднее содержание Zn составило  $0,153 \pm 0,049$  мкг/г, в то время как для мальчиков группы контроля, пловцов и фехтовальщиков соответственно:  $0,031 \pm 0,007$  мкг/г;  $0,063 \pm 0,009$  мкг/г и  $0,033 \pm 0,011$  мкг/г. Согласно нашим данным, у девочек-хоккеисток Zn –  $0,413 \pm 0,157$  мкг/г; у девочек контрольной группы –  $0,033 \pm 0,006$  мкг/г; у девочек, занимающихся плаванием, –  $0,060 \pm 0,014$  мкг/г; у фехтовальщиц –  $0,029 \pm 0,009$  мкг/г ( $p < 0,05$ ). Нами не было установлено статистически значимых различий между девочками и мальчиками по содержанию цинка в слюне,

независимо от отношения к спорту и вида спортивной нагрузки ( $p > 0,05$ ).

Обратило на себя внимание, что изменения в макроэлементном составе слюны юных спортсменов характеризовались снижением концентраций, в то время как отклонения в микроэлементном составе – повышением уровней изучаемых минералов. Вероятно, это связано с различной проницаемостью гематосаливарного барьера для макро- и микроэлементов в условиях интенсивных физических нагрузок, т.к. известно, что проницаемость его неодинакова и может изменяться под действием различных факторов.

Содержание макро- и микроэлементов в волосах является отображением длительной экспозиции металлов в организме. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма, не зависит от суточной ритмики физиологических процессов и временных особенностей рациона.

Определение макро- и микроэлементов в волосах было проведено среди девочек контрольной группы, занимающихся хоккеем на траве и фехтованием. В результате проведенного однофакторного дисперсионного анализа были установлены статистически значимые различия содержания калия, цинка и селена в волосах исследуемых.

Выявлено, что уровень калия был повышен среди юных спортсменок по сравнению с контрольной группой. Наиболее высокие значения показателя отмечались у девочек, занимающихся фехтованием –  $106,2 \pm 29,5$  мкг/г, в то время как у группы контроля – всего  $30,4 \pm 6,6$  мкг/г. Полученный результат мы рассматриваем как показатель усиленного метаболизма элемента в организме, что говорит о возрастании подвижности К и риске возникновения его дефицита.

Проведенный анализ установил статистически значимое повышение уровня селена в волосах девочек, занимающихся

спортом. При сравнении показателя фехтовальщиц ( $0,54 \pm 0,02$  мкг/г) с контрольной группой ( $0,41 \pm 0,02$  мкг/г) уровень значимости составил 0,0084 для девочек, занимающихся хоккеем на траве, –  $0,48 \pm 0,01$  мкг/г, при  $p=0,009$ . Повышенная концентрация в волосах жизненно необходимых химических элементов обычно свидетельствует о выведении их из организма (стадия преддефицита).

Помимо общих закономерностей нами были выявлены и групповые особенности в зависимости от вида спорта. Содержание цинка было статистически значимо выше среди девочек, занимающихся хоккеем на траве.

Таким образом, элементный состав волос юных спортсменов в целом существенно отличался от показателей девочек, не занимающихся спортом.

При изучении сопоставимости содержания макро- и микроэлементов в различных биологических средах установлено, что статистически значимая взаимосвязь отмечалась при сопоставлении содержания в волосах и слюне таких элементов, как калий ( $R=-0,72$ ;  $p<0,001$ ) и селен ( $R=0,44$ ;  $p=0,004$ ). В первом случае корреляционная связь была обратной, теснота ее при оценке по шкале Чеддока являлась высокой. Для селена отмечалась прямая корреляционная связь между содержанием в волосах и слюне умеренной тесноты.

Резюмируя результаты проведенных исследований макро- и микроэлементов в слюне и волосах детей и подростков, нами были выявлены существенные изменения их показателей в зависимости от интенсивности физической нагрузки, а также вида спорта. Наибольшие сдвиги были характерны для биоэлементов калия и селена. Полученные результаты открывают новые перспективы формирования здоровья детей и подростков, занимающихся спортом в будущем.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ЖЕЛ – жизненная емкость легких  
ИМТ – индекс массы тела ( $\text{кг}/\text{м}^2$ )  
ИСП – индуктивно-связанная плазма  
МЭ – микроэлементы  
ФВД – функция внешнего дыхания  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ЭКГ – электрокардиография  
ЭХО-КГ – эхокардиография  
ЭХЛЖ – эктопические хорды левого желудочка  
Са – кальций  
Сг – хром  
Fe – железо  
HGB – hemoglobin (гемоглобин)  
К – калий  
Mg – магний  
RBC – red blood cells (содержание эритроцитов в крови)  
Se – селен  
Zn – цинк

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахманова, Е.Р. Состояние здоровья и особенности микроэлементного состава биосред у жителей горно-рудной геохимической провинции / Е.Р. Абдрахманова, А.С. Рахимкулов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1-7. – С. 1770-1773.
2. Абрамова, Т.Ф. Морфологические критерии – показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам : метод. рекомендации / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова. – Москва: ФГУ ЦСП, ФГУ «Всерос. науч.-исслед. ин-т физ. культуры и спорта», 2010. – 104 с.
3. Акарачкова, Е.С. Магний и его роль в жизни и здоровье человека / Е.С. Акарачкова // Справочник поликлинического врача. – 2009. – № 5. – С. 6-10.
4. Александров, Н.П. Изменения в системе красной крови человека (эритроне) при адаптации к новым условиям / Н.П. Александров // Земский врач. – 2010. – № 1. – С. 23-27.
5. Алексеева, А.А. Применение витаминов в педиатрической практике / А.А. Алексеева // Педиатрическая фармакология. – 2009. – Т. 6, № 1. – С. 75-80.
6. Андрусишина, И.Н. Определение форм кальция и магния в сыворотке крови и слюне методом ААС и их диагностическое значение в клинике / И.Н. Андрусишина // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2009. – № 2 (16). – С. 107-113.
7. Баглушкина, С.Ю. Особенности элементного статуса больных артериальной гипертензией / С.Ю. Баглушкина, И.Ю. Тармаева // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – Т. 112, № 5. – С. 105-107.
8. Балыкова, Л.А. Подходы к диагностике и коррекции патологических изменений сердца у юных спортсменов с использованием препаратов метаболического действия / Л.А. Балыкова, И.А. Маркелова // Практическая медицина. – 2010. – № 5. – С. 66-72.

9. Безруких, М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – Москва, 2002. – 417 с.
10. Бердников, П.П. Коррекция отклонений коронарно-респираторной системы у спортивной молодежи в селенодефицитной провинции / П.П. Бердников // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3. – С. 36-39.
11. Бобровский, Е.В. Биология полости рта / Е.В. Бобровский, В.К. Леонтьев. – Москва: Медицинская книга, 2001. – 304 с.
12. Боев, В.М. Гигиеническая оценка качества бутилированной воды / В.М. Боев, Н.А. Лесцова, Л.А. Перминова // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 1. – С. 17-19.
13. Боринский, Ю.Н. Макро и микроэлементы – незаменимые компоненты пищи. Основные источники. Современные проблемы контроля и управления за их потреблением для профилактики микроэлементозов / Ю.Н. Боринский [и др.] // Материалы науч.-прак. конф. Центрального федерального округа с международным участием «Стоматологические и соматические заболевания у детей: этиопатогенетические аспекты их взаимосвязей, особенности профилактики, диагностики и лечения» (12-13 декабря 2013 г.). – Тверь, 2013. – С. 42-45.
14. Булатов, В.П. Влияние длительного употребления питьевой воды неблагоприятного минерального состава / В.П. Булатов, Н.В. Рылова, А.В. Иванов // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2004. – № 1. – С. 71-74.
15. Булатов, В.П. Минеральный статус у детей с заболеваниями органов пищеварения / В.П. Булатов, Н.В. Рылова // Практическая медицина. – 2010. – № 42. – С. 26-30.
16. Бычков, Н.А. Особенности содержания кальция в слюне больных гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью / Н.А. Бычков, С.В. Быčkoва, Ю.А. Бычков // Современная гастроэнтерология. – 2013. – № 6 (74). – С. 38-42.
17. Васильев, А.В. Стратегия формирования системы социально-экономической поддержки спорта на региональном уровне / А.В. Васильев // Вестник Российской академии естественных наук. – 2012. – № 3. – С. 76-79.

18. Васильева, Т.И. Биохимическая оценка функционального состояния коры надпочечников / Т.И. Васильева, В.Г. Подковкин, Е.Л. Чикина // Вестник СамГУ. – Естественная серия. – 2002. – № 4 (26). – С. 137-144.
19. Вашляев, Б.Ф. Современное состояние физической культуры и спорта: проблемы и решения / Б.Ф. Вашляев // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 3. – С. 5-7.
20. Взаимодействие кальция и других микронутриентов в формировании здоровой кости у детей / Т.В. Казюкова [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2013. – Т. 92, № 5. – С. 69-76.
21. Взаимосвязь дисбаланса макро – и микроэлементов и здоровье населения (Обзор литературы) / Р.И. Жданов [и др.] // Казанский медицинский журнал. – 2011. – Т. 92, № 4. – С. 606-609.
22. Влияние криоаппликации на фрактальную организацию ультраструктуры мягких тканей пародонта в зоне деструкции и пенумбра / В.С. Марченко [и др.] // Проблемы криобиологии. – 2009. – Т. 19, № 3. – С. 301-311.
23. Влияние физической активности на композиционный состав тела / Н.В. Рылова [и др.] // Практическая медицина. – 2012. – Т. 7, № 1 (63). – С. 87.
24. Воронецкий, А.Н. Роль кальция и микроэлементов в обеспечении минеральной плотности костной ткани у детей / А.Н. Воронецкий // Здоровоохранение. – 2013. – № 4. – С. 35-38.
25. Гаврилова, Е.А. Спортивное сердце : стрессорная кардиопатия / Е.А. Гаврилова. – Москва: Советский спорт, 2007. – 200 с.
26. Гематосаливарные механизмы в развитии хронической обструктивной болезни лёгких / Л.Б. Постникова [и др.] // Пульмонология. – 2006. – № 3. – С. 77-80.
27. Геохимический анализ подземных вод и биосред в долинах рек Обусы, Осы и Иды / А.Э. Тапхаева [и др.] // Вестник Бурятского государственного университета. – 2011. – № . – С. 11-21.
28. Гигиенические аспекты качества питьевой воды / Т.М. Бутаев [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 6. – С. 7-9.

29. Голов, В.А. Детско-юношеский спорт в системе развития физической культуры учащейся молодежи / В.А. Голов // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 1. – С. 50-52.
30. Гольберг, Н.Д. Питание юных спортсменов / Н.Д. Гольберг, Р.Р. Дондуковская. – Москва: Советский спорт, 2007. – 240 с.
31. Гора, Е.П. Об общих закономерностях адаптации организма ребенка / Е.П. Гора // Материалы XXI Междунар. симпозиума «Эколого–физиологические проблемы адаптации». – Москва, 2003. – С. 137-138.
32. Горбачев, А.Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды / А.Л. Горбачев // Микроэлементы в медицине. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 11-24.
33. Горбачев, В.В. Витамины. Макро- и микроэлементы / В.В. Горбачев, В.Н. Горбачева. – Москва: Мед. книга, 2011. – 428 с.
34. Горелов, А.А. Особенности индивидуализации тренировочного процесса пловцов-спринтеров высшей квалификации / А.А. Горелов, М.С. Носков, А.А. Третьяков // Культура физическая и здоровье. – 2013. – № 3 (45). – С. 6-8.
35. Грязных, А.В. Изменение жидкостно-электролитного баланса пищеварительных желез при мышечном напряжении в условиях восстановления / А.В. Грязных, А.П. Кузнецов // Вестник Тюменского государственного университета. – 2013. – № 6. – С. 144-150.
36. Гуляев, С.А. Особенности биохимических механизмов формирования возбуждения при симптоматической эпилепсии (обзор литературы) / С.А. Гуляев // Российский журнал детской неврологии. – 2011. – Т. 6, № 1. – С. 31-38.
37. Делягин, В.М. Недостаточность железа у детей и подростков / В.М. Делягин // Consilium Medicum. Педиатрия (приложение). – 2008. – № 2. – С. 82-86.
38. Демидов, В.А. Обоснование необходимости учета региональных биогеохимических особенностей при проведении мероприятий по восстановлению здоровья населения / В.А. Демидов, В.Ю. Детков, Е.В. Сальникова // Вестник восстановительной медицины. – 2011. – № 5. – С. 2-5.



39. Дубровский, В.И. Спортивная медицина / В.И. Дубровский. – Москва: ВЛАДОС, 2002. – 544 с.
40. Евдокимов, Е.И. Особенности изменений показателей функции внешнего дыхания под воздействием физической нагрузки / Е.И. Евдокимов, Т.Е. Одинец, В.Е. Голец // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – 2008. – № 4. – С. 64-72.
41. Заболевания и повреждение слюнных желез / И.Ф. Ромачева [и др.]. – Москва: Медицина, 1987. – 240 с.
42. Иванов, Д.Г. Влияние эмоционального стресса на показатели метаболизма коллагена и минерального обмена у людей с различной нервно-психической устойчивостью / Д.Г. Иванов, В.Г. Подковкин // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2011. – № 2. – С. 97-103.
43. Иванова, И.Е. Нарушения обмена макро- и микроэлементов и особенности нефрологической заболеваемости у детей с пороками почек / И.Е. Иванова, И.Н. Сергеева, А.В. Скальный // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2011. – № 1. – С. 56-64.
44. Иванова, И.Е. Содержание макро- микроэлементов в волосах у здоровых детей Чувашской Республики / И.Е. Иванова, В.А. Родионов // Здоровоохранение Чувашии. – 2011. – № 4. – С. 44-49.
45. Иорданская, Ф.А. Кальций в крови: диагностическое и прогностическое значение в мониторинге функционального состояния высококвалифицированных спортсменов / Ф.А. Иорданская, Н.К. Цепкова // Вестник спортивной науки. – 2009. – № 3. – С. 33-35.
46. Исследование макро- и микроэлементного статуса детей Западносибирского региона и возможности коррекции путем изменения водно-питьевого режима / Н.Е. Гельфонд [и др.] // Известия Самарского научного центра российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1-7. – С. 1655-1658.
47. Кадневский, В.М. Школьное питание сохраняет здоровье наших детей / В.М. Кадневский, А.Н. Долгушева // Народное образование. – 2012. – № 7. – С. 125-130.

48. Казин, Э.М. Образование и здоровье: медико-биологические и психолого-педагогические аспекты / Э.М. Казин. – Кемерово: Изд-во КРИПКиПРО, 2010. – 214 с.
49. Казюкова, Т.В. Кальций в питании детей: долгосрочное влияние на здоровье / Т.В. Казюкова, Т.Н. Сорвачева, Е.А. Пырьева // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2014. – Т. 93, № 3. – С. 79-86.
50. Кандаурова, Н.В. Состояние и проблемы управления детско-юношеским спортом в России на период 2000-2012 гг. / Н.В. Кандаурова // Наука и спорт: современные тенденции. – 2014. – Т. 1, № 1 (2). – С. 105-112.
51. Карчинская, Т.В. Адаптационные возможности эритрона / Т.В. Карчинская // Фундаментальные исследования в биологии и медицине: сб. науч. трудов. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2007. – вып. 3. – С. 11-14.
52. Карчинская, Т.В. Лабораторная гемцитология: методы исследования и клинико-диагностическое значение изучения эритроцитов. Методические рекомендации / Т.В. Карчинская. – Ставрополь: Изд-во СевКавГТУ, 2007. – 62 с.
53. Климацкая, Л.Г. Особенности режима питания и пищевых привычек 10-летних школьников (на примере учащихся школ Красноярска, Гродно и Каунаса) / Л.Г. Климацкая, А.И. Шпаков, С.С. Ласкене // Сибирское медицинское обозрение. – 2009. – Т. 58, № 4. – С. 74-78.
54. Кожин, А.А. Бионеорганическая диагностика микроэлементозов и их роль в патологии репродукции (обзор литературы) / А.А. Кожин, Д.А. Султанова, Ю.Ю. Чеботарева // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2010. – № 1. – С. 77-87.
55. Кожин, А.А. Концентрации биоэлементов в биосубстратах как индикаторы биологической обстановки и общего функционального состояния организма / А.А. Кожин, Т.А. Землянухина, В.М. Разномазов // Экология промышленного производства. – 2011. – № 1. – С. 45-49.
56. Кожин, А.А. Микроэлементозы в патологии человека экологической этиологии / А.А. Кожин, Б.М. Владимирский // Экология человека. – 2013. – № 4. – С. 56-64.

57. Козловский, А.А. Гипокалиемия и гипомагниемия и их коррекция у детей и подростков / А.А. Козловский // Медицинские новости. – 2012. – № 6. – С. 53-59.
58. Комарова, Л.Г. Саливалогиа / Л.Г. Комарова, О.П. Алексеева. – Нижний Новгород, 2006. – 180 с.
59. Коновалова, С.О. Сравнение информативности изучения различных биосубстратов для мониторинга минерального обмена / С.О. Коновалова // Украинский биохимический журнал. – 2002. – Т. 4, № 4а. – С. 145-146.
60. Конь, И.Я. Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста / И.Я. Конь, М.А. Тоболева, С.А. Димитриева // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – № 1 (2). – С. 62-67.
61. Корреляционный анализ данных спектрометрии волос: новый подход к оценке элементного гомеостаза / В.И. Петухов [и др.] // Вестник ОГУ. – 2007. – № 12. – С. 128-135.
62. Корчина, Т.Я. Эколого-биогеохимические факторы и микроэлементный статус некоренного населения, проживающего в Хантымансийском автономном округе / Т.Я. Корчина // Экология человека. – 2006. – № 12. – С. 3-8.
63. Косенко, И.М. Витаминно-минеральная коррекция у детей: доводы «за» и «против» / И.М. Косенко // Вопросы современной педиатрии. – 2010. – Т. 9, № 4. – С. 132-137.
64. Крылова, Т.И. К вопросу о структуре тренировочного процесса высококвалифицированных шорттрековиков / Т.И. Крылова // Омский научный вестник. – 2013. – № 4 (121). – С. 166-168.
65. Кубасов, Р.В. Взаимосвязь содержания биоэлементов в крови и волосах человека / Р.В. Кубасов, А.Л. Горбачев, Е.В. Лакарова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2011. – № 15 (134). – С. 75-77.
66. Кубасова, Е.Д. Современные представления о роли факторов внешней среды и дисбаланса биоэлементов в формировании эндемического зоба / Е.Д. Кубасова, Р.В. Кубасов // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129, № 2. – С. 181-190.

67. Кудрин, М.В. Микроэлементный состав волос и ногтей у детей, проживающих в условиях воздействия цементной пыли / М.В. Кудрин // Вопросы детской диетологии. – 2010. – № 6. – С. 47-50.
68. Лисецкая, Л.Г. Особенности элементного статуса детского населения Иркутской области / Л.Г. Лисецкая // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2011. – № 3-2. – С. 112-116.
69. Лобанова, Ю.Н. Особенности элементного статуса детей из различных регионов России: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Лобанова Юлия Николаевна. – Москва, 2007. – 18 с.
70. Лубышева, Л.И. Современный спорт: проблемы и решения / Л.И. Лубышева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. – 2014. – Т. 14, № 1. – С. 12-14.
71. Луговая, Е.А. Влияние ацизола и кобазола на элементный статус организма жителей Магадана, занимающихся спортом / Е.А. Луговая, Х.Х. Бабаниязов // Вестник ОГУ. – 2011. – № 15 (134). – С. 82-85.
72. Лукьянчиков, В.С. Кальций: физиология. Онтогенетический и клинический аспект / В.С. Лукьянчиков // Новые исследования. – 2012. – № 2 (31). – С. 5-13.
73. Лях, В.И. Двигательные способности школьников: основы теории и методики развития / В.И. Лях. – Москва: Терра-Спорт, 2000. – 192 с.
74. Магний и оротовая кислота в профилактике и лечении мышечных судорог / О. Громова [и др.] // Врач. – 2010. – № 8. – С. 31-33.
75. Макарова, Г.А. Фармакологическое обеспечение в системе подготовки спортсменов / Г.А. Макарова. – Москва: Советский спорт. – 2004. – 158 с.
76. Макарова, Л.Н. Возрастные закономерности физического развития и физической подготовленности школьников алтае-саянских тюрков и диагностика их физического состояния / Л.Н. Макарова, Л.Г. Харитонova. – Новокузнецк: КузГПА, 2003. – 320 с.

77. Макарова, Т.П. Роль нарушения обмена микроэлементов на этапах развития нефропатий у детей: дис. ... д-ра. мед. наук: 14.00.09 / Макарова Тамара Петровна. – Казань, 2001. – 307 с.
78. Максачук, Е.П. Детско-юношеский спорт в социокультурном пространстве / Е.П. Максачук // Научный обозреватель. – 2013. – № 11. – С. 70-72.
79. Мальцев, С.В. Витамин Д, кальций и фосфаты у здоровых детей и при патологии / С.В. Мальцев, Н.Н. Архипова, Э.М. Шакирова. – Казань, 2012. – 120 с.
80. Мальцев, С.В. Показатели физического развития и белково-энергетического статуса у здоровых подростков и при дефиците массы тела в Республике Татарстан / С.В. Мальцев, Р.Т. Зарипова, Л.Н. Заболотная // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2009. – Т. 54, № 6. – С. 92-98.
81. Мальцев, С.В. Физиология и патология минерального обмена в научных исследованиях Казанских ученых – педиатров [электронный ресурс] / С.В. Мальцев // Практическая медицина. – 2010. – № 02 (10). – Режим доступа: <http://pmarchive.ru/fiziologiya-i-patologiya-mineralnogo-obmena-v-nauchnyx-issledovaniyax-kazanskix-uchenyx-pediatrov/>
82. Маркеры эндогенной интоксикации у детей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта / Э.А. Юрьева [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2013. – Т. 58, № 1. – С. 50-57.
83. Марков, Г.В. Система восстановления и повышения физической работоспособности в спорте высших достижений / Г.В. Марков. В.И. Романов, В.Н. Гладков. – Москва: Советский спорт, 2006. – 52 с.
84. Матвеева, Н.Н. Распространенность и степень тяжести микроэлементозов в г. Саратов по данным определения микроэлементного состава волос / Н.Н. Матвеева // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2014. – Т. 4, № 11. – С. 1260.
85. Матушанский, Г.У. Всероссийский спортивный форум «Россия – спортивная держава» / Г.У. Матушанский // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2010. – Т. 1, № 4. – С. 165-169.

86. Микроэлементозы человека / А.П. Авцын [и др.]. – Москва: Медицина, 1991. – 496 с.
87. Мирзоев, О.М. Восстановительные средства в системе подготовки спортсменов / О.М. Мирзоев. – Москва: Физкультура и спорт: СпортАкадемПресс, 2005. – 220 с.
88. Михайлов, А.Н. Оценка баланса химических элементов у детей и подростков, проживающих на расстоянии 5 км от медеплавильного предприятия / А.Н. Михайлов, Н.П. Сетко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – № 4 (110). – С. 112-114.
89. Михалюк, Е.Л. Особенности проведения субмаксимального теста PWC170 у спортсменов с синусовой брадикардией / Е.Л. Михалюк // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2013. – № 3 (111). – С. 21-24.
90. Московченко, Д.В. Микроэлементы в водных источниках севера Западной Сибири и их влияние на здоровье населения / Д.В. Московченко // Микроэлементы в медицине. – 2004. – Т. 5, № 4. – С. 93-95.
91. Мыцкан, Б.М. Гемостимулирующие свойства поливитаминных препаратов и витаминно-минеральных комплексов, используемых в спорте / Б.М. Мыцкан, Т.С. Мыцкан // Спортивная медицина. – 2014. – № 1. – С. 150-153.
92. Нагорная, Н.В. Дисэлементоз у детей с дефицитом железа и пути его коррекции / Н.В. Нагорная, Е.В. Бордюгова, А.В. Дубовая // Современная педиатрия. – 2012. – № 1 (41). – С. 41-47.
93. Нарушение кальций-фосфорного обмена у детей и подростков и пути их коррекции / Л.И. Елезова [и др.] // Consilium Medicum. Педиатрия (приложение). – 2010. – № 2. – С. 78-81.
94. Натрий – калий – хлор – котранспорт в регуляции миогенного тонуса сосудов / С.Н. Орлов [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 165-173.
95. Наумова, Н.Л. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания / Н.Л. Наумова, М.Б. Ребезов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4-1. – С. 196-200.

96. Некрасов, В.И. Элементный статус лиц вредных и опасных профессий / В.И. Некрасов, А.В. Скальный. – Москва: РОСМЭМ, 2006. – 229 с.
97. Никитушкин, В.Г. Современная подготовка юных спортсменов: метод. пособие / В.Г. Никитушкин. – Москва, 2009. – 116 с.
98. Николаев, М.Е. Спорт и здоровье детей / М.Е. Николаев // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2010. – № 3. – С. 2-7.
99. Николаева, С.В. Значение кальция и витамин Д для детей / С.В. Николаева // Consilium Medicum. Педиатрия (приложение). – 2012. – № 3. – С. 5-6.
100. Новиков, А.А. Теоретико-методологические положения управления подготовкой высококвалифицированных спортсменов / А.А. Новиков, И.Ю. Радчич, О.С. Морозов // Вестник спортивной науки. – 2012. – № 3. – С. 13-18.
101. Носков, В.Б. Слюна в клинической лабораторной диагностике / В.Б. Носков // Клиническая лабораторная диагностика. – 2008. – № 6. – С. 14-17.
102. Носкова, Г.Н. Основные этапы учения о микроэлементах и микроэлементах в России / Г.Н. Носкова, В.И. Чернов, А.Н. Мержа // Экологические системы и приборы. – 2010. – № 1. – С. 2-8.
103. Олесова, Л.Д. Оценка обеспеченности спортсменов макронутриентами / Л.Д. Олесова, Е.Д. Охлопкова // Якутский медицинский журнал. – 2006. – № 4. – С. 16-18.
104. Омарова, З.М. Микроэлементозы у детей с заболеваниями желудочно-кишечного тракта / З.М. Омарова, Э.А. Юрьева, Н.Н. Новикова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. – Т. 57, № 1. – С. 39-44.
105. Определение биохимического состава слюны у школьников с различной физической нагрузкой в комплексных гигиенических исследованиях / А.О. Васильева [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – С. 350.
106. Орджоникдзе, З.Г. Особенности элементного состава волос профессиональных футболистов / З.Г. Орджоникдзе, А.Н. Катулин, А.В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2003. – № 4 (4). – С. 25-29.

107. Особенности содержания макро- и микроэлементов при заболеваниях сердечно-сосудистой системы / Н.В. Нагорная [и др.] // Здоровье ребенка. – 2012. – № 4. – С. 129-135.
108. Оценка эффективности применения углеводно-витаминно-минерального напитка юными велосипедистами с различными генотипами ангиотензинпревращающего фермента / А.А. Топанова [и др.] // Вопросы детской диетологии. – 2010. – Т. 8, № 6. – С. 17-22.
109. Платонов, В.Н. Допинг и эргогенные вещества в спорте / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература. – 2003. – 575 с.
110. Плоскирева, А.А. Нутритивные подходы к коррекции и профилактике нарушений микроэлементного статуса у детей / А.А. Плоскирева // Вопросы современной педиатрии. – 2011. – Т. 10, № 2. – С. 141-145.
111. Показатели макро- и микроэлементного состояния у детей с хроническим пиелонефритом и дисметаболической нефропатией / Е.Г. Кузнецова [и др.] // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 12-17.
112. Полянская, И.С. Новая классификация биоэлементов в биоэлементологии / И.С. Полянская // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 1. – С. 34-42.
113. Португалов, С.Н. Образовательные программы по спортивному питанию / С.Н. Португалов, М.В. Арансон // Вестник спортивной науки. – 2008. – № 4. – С. 90-92.
114. Похачевский, А.Л. Восстановление физической работоспособности квалифицированных борцов-самбистов в годичном цикле подготовки / А.Л. Похачевский, А.Б. Петров, Н.В. Анкудинов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 11 (81). – С. 126-130.
115. Похачевский, А.Л. Динамика минерального обмена у борцов-самбистов при выполнении соревновательной нагрузки / А.Л. Похачевский, А.Б. Петров, Н.В. Анкудинов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2011. – № 12 (82). – С. 133-137.



116. Пушкарева, М.Н. Оценка полидисмикроэлементозов у детей в условиях повышенной физической нагрузки и возможные пути коррекции / М.Н. Пушкарева, Л.П. Лосева, С.С. Ануфрик // Вестник Гродненского государственного университета им. Янки Купалы. – 2012. – № 1 (125). – С. 93-98.
117. Радыш, И.И. Особенности элементного состава волос у борцов греко-римского стиля / И.И. Радыш, И.И. Дулепова // Вестник РУДН. Серия «Медицина». – 2006. – № 1 (33). – С. 28-33.
118. Рафикова, Ю.С. Микроэлементный статус населения г. Сибай в условиях техногенного загрязнения: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08 / Рафикова Юлия Самигулловна. – Тольятти, 2010. – 16 с.
119. Реакция процессов реполяризации миокарда на физическую нагрузку у юных спортсменов / Л.А. Балыкова [и др.] // Практическая медицина. – 2014. – № 6 (82). – С. 72-78.
120. Ребров, В.Г. Витамины, макро- и микроэлементы. Обучающие программы РСЦ института микроэлементов ЮНЕСКО / В.Г. Ребров, О.А. Громова. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 954 с.
121. Решетняк, О.А. Корреляционные связи между содержанием кадмия, калия, и кальция в организме и показателями сердечно-сосудистой системы спортсменов / О.А. Решетняк // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2013. – № 10. – С. 68-73.
122. Решетняк, О.А. Характеристика деятельности сердца физически тренированных и нетренированных студентов в зависимости от уровня содержания биоэлементов в организме / О.А. Решетняк // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2013. – № 3. – С. 47-51.
123. Рзаев, М.М. Показатели кальций-фосфорного обмена и биохимические маркеры ремоделирования костной ткани у здоровых детей и подростков / М.М. Рзаев, О.В. Фаламеева // Врач – аспирант. – 2012. – Т. 50, № 12. – С. 302-310.
124. Родионов, В.А. Оптимизация восстановительного лечения детей с пиелонефритом / В.А. Родионов, И.Е. Иванова // Вестник восстановительной медицины. – 2010. – № 5. – С. 62-64.

125. Родионов, С.И. Актуальность физической культуры и здорового образа жизни в современной концепции устойчивого развития Российской Федерации / С.И. Родионов, Е.Ю. Устименко, Н.С. Романова // Научная перспектива. – 2012. – № 4. – С. 61-65.
126. Родченков, Г.М. Борьба с допингом в спорте: анализ прошедшего олимпийского четырехлетия / Г.М. Родченков // Наука в олимпийском спорте. – 2006. – № 2. – С. 6-11.
127. Роль магния и калия в комплексной терапии коморбидного больного / А.Л. Вёрткин [и др.] // Лечащий врач. – 2014. – № 7. – С. 82.
128. Роль минеральных веществ в физиологии и патологии ребенка / Н.В. Нагорная [и др.] // Здоровье ребенка. – 2008. – № 6. – С. 62-68.
129. Роль нарушений обмена магния у детей с сахарным диабетом 1 типа в формировании кардиопатии и способ её метаболической коррекции / Д.А. Иванов [и др.] // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2011. – Т. 56, № 5. – С. 63-71.
130. Рыбина, И.Л. Критерии оценки риска камнеобразования под влиянием высокоинтенсивных физических нагрузок / И.Л. Рыбина // Вестник спортивной науки. – 2006. – № 3. – С. 33-35.
131. Рыков, Д.В. Исследование особенностей питания жителей различных групп, проживающих на Юге России / Д.В. Рыков, В.В. Илларионова // Новые технологии. – 2012. – № 2. – С. 47-50.
132. Рылова, Н.В. Современные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н.В. Рылова // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 1. – С. 108-111.
133. Сабирзянов, Н.К. Подготовка резерва для спорта высших достижений в системе СДЮСШР / Н.К. Сабирзянов // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2011. – № 6. – С. 2-6.
134. Сафина, А.И. Влияние микроэлементов на парциальные функции почек и метаболические процессы при дизметаболических нефропатиях у детей: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.09 / Сафина Асия Ильдусовна. – Казань, 1996. – 19 с.

135. Сафина, А.И. Современные аритмологические критерии допуска к спортивным тренировкам и соревнованиям детей и подростков / А.И. Сафина, И.Я. Лутфуллин // Практическая медицина. – 2011. – № 5 (53). – С. 25-29.
136. Святова, Н.В. Влияние кобальта на показатели сердечно – сосудистой системы детей младшего школьного возраста / Н.В. Святова, Ф.Г. Ситдилов, Е.С. Егерев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2013. – Т. 155, № 3. – С. 286-288.
137. Святова, Н.В. Особенности элементного статуса детей младшего школьного возраста в Республике Татарстан / Н.В. Святова, Е.С. Егерев, Ф.Г. Ситдилов // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. – 2012. – № 4 (76). – С. 164-171.
138. Семенова, И.Н. Содержание селена в волосах подростков города Сибай / И.Н. Семенова, Ю.С. Рафикова, И.В. Дровосекова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2013. – № 10 (159). – С. 25-27.
139. Ситдилов, Ф.Г. Показатели микроэлементного статуса детей, проживающих в сельской местности / Ф.Г. Ситдилов, Н.В. Святова, Е.С. Егерев // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2011. – № 7. – С. 15-17.
140. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – Москва: ОНИКС 21 век, 2004. – 272 с.
141. Скальный, А.В. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте / А.В. Скальный. – Москва: «КМК», 2000. – 71 с.
142. Скальный, А.В. Питание в спорте: макро- и микроэлементы / А.В. Скальный. – Москва: Городец, 2005. – 144 с.
143. Скальный, А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А.В. Скальный. – Москва: ОНИКС 21 век, 2004. – 216 с.
144. Скальный, А.В. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине / А.В. Скальный, А.Т. Быков. – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. – 198 с.
145. Содержание кортизола в слюне у здоровых детей / В.Г. Пинелис [и др.] // Вопросы диагностики в педиатрии. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 49-52.

146. Содержание эссенциальных металлов нутриентов в организме, состояние здоровья и уровень развития подростков / Я.А. Лещенко [и др.] // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 5 (43). – С. 66-71.
147. Соколов, М.С. Здоровая почва как необходимое условие жизни человека / М.С. Соколов, Ю.Л. Дородных, А.И. Марченко // Почвоведение. – 2010. – № 7. – С. 858-866.
148. Спасов, А.А. Магний и окислительный стресс / А.А. Спасов, А.А. Желтова, М.В. Харитонова // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2012. – Т. 98, № 7. – С. 915-923.
149. Спектральные методы оценки содержания макро- и микроэлементов в биологических средах человека в норме / И.Н. Андрусишина [и др.] / Микроэлементы в медицине. – 2011. – № 12 (3-4). – С. 35-42.
150. Сравнительная характеристика показателей периферического отдела эритронов у спортсменов различных специализаций / С.Л. Сашенков [и др.] // Вестник Уральской медицинской академической науки. – 2011. – № 4. – С. 94-96.
151. Сравнительная характеристика типов пищевого поведения у подростков с различной массой тела / Я.В. Гирш [и др.] // Вестник СУПГУ. Медицина. – 2013. – № 2 (16). – С. 35-39.
152. Сравнительный анализ витаминно-минеральной насыщенности организма спортсменов при различных физических нагрузках / Р.С. Рахманов [и др.] // Медицинский альманах. – 2013. – № 5 (28). – С. 204-206.
153. Сравнительный анализ физического развития студентов – спортсменов и студентов, не занимающихся спортом / Д. Мингазова [и др.] // Вестник НЦБЖД. – 2010. – № 4. – С. 5-9.
154. Станкевич, Л.Г. Влияние комплекса антиоксидантов на показатели физической работоспособности триатлонистов в предсоревновательный период подготовки / Л.Г. Станкевич, И.И. Земцова, Л.М. Путро // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – 2005. – № 2. – С. 14-22.

155. Стенникова, О.В. Физиологическая роль кальция и витамина Д: возможности пищевой коррекции дефицита у детей дошкольного и младшего школьного возраста / О.В. Стенникова, Л.В. Левчук // Вопросы современной педиатрии. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 141-145.
156. Тарасова, Л.В. Особенности содержания селена, цинка и марганца в сыворотке крови у здоровых жителей Чувашии и пациентов с воспалительными заболеваниями желудка и двенадцатиперстной кишки / Л.В. Тарасова, Т.Е. Степашина // Вестник Чувашского университета. – 2011. – № 3. – С. 456-463.
157. Транковская, Л.В. Распространенность, факторы риска и прогнозирование минерального дисбаланса у детей / Л.В. Транковская, В.Н. Лучанинова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2006. – № 2. – С. 22-24.
158. Трубицин, А.А. Залог здоровья – рациональное питание / А.А. Трубицин // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 2. – С. 20-21.
159. Узунова, А.Н. Особенности микроэлементного состава крови у школьников, проживающих в промышленном центре Южного Урала г. Челябинска, страдающих хроническим гастродуоденитом / А.Н. Узунова, А.Р. Талыбова, С.Е. Бураков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2010. – № 6. – С. 48-51.
160. Узунова, А.Н. Особенности микроэлементного состава сыворотки крови у детей при хроническом гастродуодените типа В / А.Н. Узунова, А.Р. Талыбова // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6, № 2. – С. 323-326.
161. Условия формирования здоровьесберегающего поведения подростков / С.В. Мальцев [и др.] // Практическая медицина. – 2011. – № 5 (53). – С. 77-78.
162. Файзуллина, Р.А. Влияние нутритивного статуса детей с хроническим гастродуоденитом на эндоскопические особенности слизистой оболочки органов верхнего отдела пищеварительного тракта / Р.А. Файзуллина, Л.М. Киясова // Практическая медицина. – 2012. – № 7-1 (63). – С. 111.

163. Файзуллина, Р.А. Особенности баланса тяжелых металлов у детей с хроническим гастродуоденитом / Р.А. Файзуллина, С.В. Мальцев // Казанский медицинский журнал. – 2002 – Т. 83, № 1. – С. 56-58.
164. Файзуллина, Р.А. Пищевой статус подростков с хроническим гастродуоденитом и различной массой тела / Р.А. Файзуллина, Л.М. Киясова, Т.Б. Мороз // Практическая медицина. – 2010. – № 7 (46). – С. 133.
165. Фармакология спорта / Н.А. Горчакова [и др.]; под общ. ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной, Р.Д. Сейфуллы – Киев: Олимпийская литература. – 2010. – 640 с.
166. Фесенко, А.Г. Микроэлементная коррекция функционального состояния организма профессиональных регбисток в соревновательный период / А.Г. Фесенко // Вестник ОГУ. – 2011. – № 15. – С. 144-149.
167. Фудин, Н.А. Медико-биологическое обеспечение физической культуры и спорта высших достижений / Н.А. Фудин // Вестник новых медицинских технологий. – 2010. – № 17 (1). – С. 149.
168. Характеристика природных вод на территории Ханты-Мансийского автономного округа / Т.Я. Корчина [и др.] // Экология человека. – 2010. – № 8. – С. 9-12.
169. Харитоновна, Л.Г. Возрастные особенности активности ритмов головного мозга и психофизических способностей юных спортсменов / Л.Г. Харитоновна, О.С. Антипова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: «Образование, Здравоохранение, Физическая культура». – 2012. – № 42 (301). – С. 34-39.
170. Харитоновна, Л.Г. Технология мониторинга психофизиологического состояния организма юных спортсменов циклических и ациклических видов спорта / Л.Г. Харитоновна, О.С. Антипова, Н.В. Павлова // Наука и спорт. – 2014. – Т. 1, № 1 (2). – С. 10-22.
171. Холодов, Ж.К. Практикум по теории и методике физического воспитания и спорта / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – Москва: Академия, 2001. – 144 с.

172. Шахлина, Л.Г. Медико-биологические основы спортивной тренировки женщин / Л.Г. Шахлина. – Киев: Наукова Думка, 2001. – 325 с.
173. Шевченко, А.О. Коррекция электролитного дисбаланса в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний / А.О. Шевченко, И.А. Сумакова // *Consilium Medicum*. – 2010. – Т. 12, № 10. – С. 100-103.
174. Шилов, А.М. Роль дефицита магния в сердечно-сосудистом континууме / А.М. Шилов // *Лечебное дело*. – 2013. – № 4. – С. 73-82.
175. Ширяева, И.А. Оценка влияния природных геохимических провинций Пермского края на качество питьевых вод и формирование канцерогенного риска для здоровья населения / И.А. Ширяева // *Здоровье семьи – 21 век*. – 2013. – № 3 (3). – С. 13.
176. Шостак, Н.А. Гипермобильный синдром – клинические особенности, подходы к диагностике и лечению / Н.А. Шостак, Н.Г. Правдюк, А.А. Клименко // *Consilium Medicum*. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 128-131.
177. Щеплягина, Л.А. Значение питания для формирования костей скелета у детей / Л.А. Щеплягина, О.К. Нетребенко // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского*. – 2012. – Т. 91, № 1. – С. 107-114.
178. Щеплягина, Л.А. Пренатальная и постнатальная профилактика и коррекция дефицита микроэлементов у детей / Л.А. Щеплягина // *Русский медицинский журнал*. – 2001. – Т. 9, № 9 (138). – С. 809-811.
179. Щербакова, М.Ю. Проблема ожирения и метаболического синдрома у детей / М.Ю. Щербакова, Г.И. Порядина, Е.А. Ковалева // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. – 2010. – № 5. – С. 52-54.
180. Эколого-биологический мониторинг минерального статуса организованных учащихся города Красноярска / Л.Г. Климацкая [и др.] // *Сибирский научный медицинский журнал*. – 2003. – Т. 23, № 3. – С. 78-83.

181. Элементный статус подростков и молодых людей, проживающих на территории Ивановской области / Т.П. Гришина [и др.] // Вестник Ивановской медицинской академии. – 2012. – Т. 17, № 1. – С. 15.
182. Эпидемиологические аспекты нарушений минерального статуса у подростков / Л.В. Транковская [и др.] // Дальневосточный медицинский журнал. – 2008. – № 3. – С. 73-76.
183. A case study of an iron-deficient female Olympic 1500-m runner / C.R. Pedlar, G.P. Whyte, R. Burden [et al.] // *Int J Sports Physiol Perform.* – 2013. – N 8 (6). – P. 695-698.
184. Akhtar, M.I. Magnesium, a drug of diverse use // M.I. Akhtar, H. Ullah, M. Hamid // *J Pak Med Assoc.* – 2011. – N 61 (12). – P. 1220-1225.
185. Anthropometric characteristics and nutritional profile of young amateur swimmers / S. Martínez, B.N. Pasquarelli, D. Romaguera [et al.] // *J Strength Cond Res.* – 2011. – N 25 (4). – P. 33-1126.
186. Are skinfold-based models accurate and suitable for assessing changes in body composition in highly trained athletes / A.M. Silva, D.A. Fields, A.L. Quiterio [et al.] // *J. Strength Cond. Res.* – 2009. – Vol. 23, N 6. – P. 1688-1696.
187. Bailey, R.L. The Epidemiology of Global Micronutrient Deficiencies // R.L. Bailey, K.P. West, R.E. Black // *Ann Nutr Metab.* – 2015. – N 66 (2). – P. 22-33.
188. Bhuyan, A.K. Selenium and the thyroid: A close-knit connection / A.K. Bhuyan, D. Sarma, U.K. Saikia // *Indian J Endocrinol Metab.* – 2012. – N 16. – P. 5-354.
189. Bielinski, R.W. Magnesium and exercise / R.W. Bielinski // *Rev Med Suisse.* – 2006. – N 2 (74). – P. 6-1783.
190. Biomonitoring of arsenic, cadmium, lead, manganese and mercury in urine and hair of children living near mining and industrial areas / I. Molina-Villalba, M. Lacasaña, M. Rodríguez-Barranco [et al.] // *Chemosphere.* – 2015. – N 124. – P. 83-91.
191. Brisswalter, J. Vitamin supplementation benefits in master athletes / J. Brisswalter, J. Louis // *Sports Med.* – 2014. – N 44 (3). – P. 8.
192. Brocard, A. Innate immunity: a crucial target for zinc in the treatment of inflammatory dermatosis / A. Brocard, B. Dreno // *J Eur Acad Dermatol Venerol.* – 2011. – N 25. – P. 1146-1152.



193. Brown, J. M. Immunoglobulin and lymphocyte responses following silica exposure in New Zealand mixed mice / J.M. Brown, J.C. Pfau, A. Holian // *Inhal. Toxicol.* – 2004. – Vol. 16, N 3. – P. 133-139.
194. Chattopadhyay N. Biochemistry, physiology and pathophysiology of the extracellular calcium-sensing receptor / N. Chattopadhyay // *Int J Biochem Cell Biol.* – 2000. – N 32 (8). – P. 789-804.
195. Cheung, M. Drugs used in paediatric bone and calcium disorders / M. Cheung // *Endocr Dev.* – 2009. – N 16. – P. 218-232.
196. de Baaij, J.H. Magnesium in man: implications for health and disease / J.H. de Baaij, J.G. Hoenderop, R.J. Bindels // *Physiol Rev.* – 2015. – N 95 (1). – P. 1-46.
197. Della Valle, D.M. Impact of iron depletion without anemia on performance in trained endurance athletes at the beginning of a training season: a study of female collegiate rowers / D.M. Della Valle, J.D. Haas // *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* – 2011. – N 21 (6). – P. 501-506.
198. Dobson, J.P. Magnetic iron compounds in neurological disorders / J.P. Dobson // *Ann. NY Acad. Sci.* – 2004. – N 012. – P. 183-192.
199. D'Souza-Li, L. The calcium-sensing receptor and related diseases / L. Souza-Li // *Arq Bras. Endocrinol Metabol.* – 2006. – N 50. – P. 628-639.
200. Eating and nutrition habits in young competitive swimmers / G. Galanti, L. Stefani, I. Scacciati [et al.] // *Nutrition.* – 2012. – Vol. 28, N 11-12. – P. 1127-1131.
201. Effect of n-3 fatty acids and antioxidants on oxidative stress after exercise / S.R. McAnulty, D.C. Nieman, M. Fox-Rabinovich [et al.] // *Med Sci Sports Exerc.* – 2010. – N 42 (9). – P. 1704-1711.
202. Effect of zinc supplementation on the antioxidant, copper, and iron status of physically active adolescents // Kde. J. de Oliveira [et al.] // *Cell Biochem Funct.* – 2009. – N 27 (3). – P. 6-162.
203. Effects of exercise and zinc supplementation on cytokine release in young wrestlers / E. Kara, M. Ozal, M. Gunay [et al.] // *Biol Trace Elem Res.* – 2011. – N 143 (3). – P. 1435-1440.
204. Electrocardiographic changes in 1000 highly trained junior elite athletes / S. Sharma, G. Whyte, P. Elliott, M. Padula [et al.] // *Br. J. Sports. Med.* – 1999. – Vol. 33. – P. 319-324.

205. Elements in sera of elite taekwondo athletes: effects of vitamin E supplementation / S. Patlar, E. Boyali, A.K. Baltaci [et al.] // *Biol Trace Elem Res.* – 2011. – N 139 (2). – P. 119-125.
206. Elevated levels of selenium in the typical diet of Amazonian riverside populations / M. Lemire, M. Fillion, F. Barbosa [et al.] // *Sci Total Environ.* – 2010. – Vol. 1, N 408 (19). – P. 84.
207. Erythrocytes and the regulation of human skeletal muscle blood flow and oxygen delivery: role of erythrocyte count and oxygenation state of haemoglobin / A.J. Gonzalez, S.P. Mortensen, E.A. Dawson [et al.] // *J Physiol.* – 2006. – Vol. 1, N 572. – P. 295-305.
208. Evaluating the relationship of calcium and vitamin D in the prevention of stress fracture injuries in the young athlete: a review of the literature / A.S. Tenforde, L.C. Sayres, K.L. Sainani [et al.] // *PMR.* – 2010. – N 2 (10). – P. 945-949.
209. Evaluation for magnesium and vitamin B6 supplementation among Polish elite athletes / J. Czaja [et al.] // *Rocz Panstw Zakl Hig.* – 2011. – N 62 (4). – P. 413-418.
210. Evidence of zinc deficiency in competitive swimmers / F. Giolo De Carvalho [et al.] // *Nutrition.* – 2012. – N 28 (11-12). – P. 31.
211. Fitz Gerald, L. Bone mineral density results influencing health-related behaviors in male athletes at risk for osteoporosis / L. Fitz Gerald, C. Carpenter // *J Clin Densitom.* – 2010. – N 13 (3). – P. 62-256.
212. Fluids and hydration in prolonged endurance performance / S. Duvillard [et al.] // *Nutrition.* – 2004. – N 1. – P. 651-656.
213. Grabara, M. Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes / M. Grabara // *Biol. Sport.* – 2015. – N 32 (1). – P. 79-85.
214. Hamed, S.A. Trace elements and electrolytes homeostasis and their relation to antioxidant enzyme activity in brain hyperexcitability of epileptic patients / S.A. Hamed, M.M. Abdellah // *J Pharmacol Sci.* – 2004. – Vol. 96, N 4. – P. 349-359.
215. Hematological changes in elite kayakers during a training season / G.F. Borges [et al.] // *Appl Physiol Nutr Metab.* – 2012. – N 37 (6). – P. 6.
216. Houston, M.C. The importance of potassium in managing hypertension / M.C. Houston // *Curr. Hypertens. Rep.* – 2011. – Vol. 13 (4). – P. 309-317.

217. Influence of exercise on nutritional requirements / D.R. Pendergast, K. Meksawan, A. Limprasertkul [et al.] // *Eur J Appl Physiol.* – 2011. – N 111 (3). – P. 90-379.
218. Klug, A. The discovery of zinc fingers and their development for practical applications in gene regulation and genome manipulation / A. Klug // *Q Rev Biophys.* – 2010. – N 43 (1). – P. 1-21.
219. Knepper, M.A. Molecular physiology of water balance / M.A. Knepper, T.H. Kwon, S. Nielsen // *N Engl J Med.* – 2015. – N 372 (14). – P. 1349-1358.
220. Kobla, H.V. Chromium, exercise, and body composition / H.V. Kobla, S.L. Volpe // *Crit Rev Food Sci Nutr.* – 2000. – N 40 (4). – P. 291-308.
221. Kovacs, C.S. Calcium and bone metabolism during pregnancy and lactation / C.S. Kovacs // *J Mammary Gland Biol Neoplasia.* – 2005. – N 10. – P. 105-118.
222. Latunde-Dada, G.O. Iron metabolism in athletes - achieving a gold standard / G.O. Latunde-Dada // *Eur J Haematol.* – 2013. – N 90 (1). – P. 5-10.
223. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in pos-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study / A. Andreoli, M. Celi, S.L. Volpe [et al.] // *Eur. J. Clin. Nutr.* – 2012. – Vol. 66. – N 1. – P. 69-74.
224. Magnesium intake mediates the association between bone mineral density and lean soft tissue in elite swimmers / C.N. Matias, D.A. Santos, C.P. Monteiro [et al.] // *Magnes Res.* – 2012. – N 25 (3). – P. 120-125.
225. Magnesium intake is associated with strength performance in elite basketball, handball and volleyball players / D.A. Santos, C.N. Matias, C.P. Monteiro [et al.] // *Magnes Res.* – 2011. – N 24 (4). – P. 9-215.
226. McCarty, M.F. The molecular biology and pathophysiology of vascular calcification // M.F. McCarty, J.J. Di Nicolantonio // *Postgrad Med.* – 2014. – N 126 (2). – P. 54-64.
227. McCormick, F. Stress fractures in runners / F. McCormick, B.U. Nwachukwu, M.T. Provencher // *Clin Sports Med.* – 2012. – N 31 (2). – P. 291-306.

228. Metals and metalloids in hair samples of children living near the abandoned mine sites of Sulcis-Inglesiente (Sardinia, Italy) / D. Varrica, E. Tamburo, N. Milia [et al.] // *Environ Res.* – 2014. – N 134. – P. 74-366.
229. Micronutrient status and its relationship with nutritional status in preschool children in urban Sri Lanka / E. Marasinghe [et al.] // *Asia Pac J Clin Nutr.* – 2015. – Vol. 24, N 1. – P. 51-144.
230. Minetti, M. Redox control of red blood cell biology: the red blood cell as a target and source of prooxidant species / M. Minetti, W. Malorni // *Antioxid Redox Signal.* – 2006. – Vol. 8, N 7-8. – P. 9-1165
231. Multivitamin-mineral supplementation prevents lipid peroxidation during «the Marathon des Sables» / G. Machefer. C. Groussard, S. Vincent [et al.] // *J Am Coll Nutr.* – 2007. – Vol. 26, N 2. – P. 111-120.
232. Mutations of the calcium-sensing receptor (CASR) in familial hypocalciuric hypercalcemia, neonatal severe hyperparathyroidism, and autosomal dominant hypocalcemia / G.N. Hendy [et al.] // *Hum Mutat.* – 2000. – N 16 (4). – P. 281-296.
233. New guidelines for potassium replacement in clinical practice: a contemporary review by the National Council on Potassium in Clinical Practice / J.N. Cohn [et al.] // *Arch. Intern. Med.* – 2000. – Vol. 11, N 160 (16). – P. 2429-2436.
234. New parameters and reference values for monitoring iron status in Middle Eastern adolescent male athletes / S.C. Voss, E. Varamenti, M. Elzain Elgingo [et al.] // *J Sports Med Phys Fitness.* – 2014. – N 52 (2). – P. 85-179.
235. Nicholson, A. Distress as a Predictor of CHD Events in Men: The Effect of Persistence and Components of Risk / A. Nicholson, R. Fuhrer, M. Marmot // *Psychosom Med.* – 2005. – N 65. – P. 30-522.
236. Okręglička, K. Health effects of changes in the structure of dietary macronutrients intake in western societies / K. Okręglička // *Rocz Panstw Zakł Hig.* – 2015. – N 66 (2). – P. 97-105.
237. Oxidative stress biomarker monitoring in elite women volleyball athletes during a 6-week training period / J. Martinović, V. Dopsaj, J. Kotur-Stevuljević [et al.] // *J Strength Cond Res.* – 2011. – N 25 (5). – P. 1360-1367.

238. Pearce, E.N. Iodine deficiency in children / E.N. Pearce // *Endocr Dev.* – 2014. – N 26. – P. 8.
239. Physiological metals in the serum, hair and nails of patients with head and neck cancer / A. Woźniak, A. Kujawa, M. Seńczuk-Przybyłowska [et al.] // *Przegl Lek.* – 2012. – № 69 (10). – P. 97-785.
240. Pittler, M.H. Chromium picolinate for reducing body weight: meta-analysis of randomized trials / M.N. Pittler, C. Stevinson, E. Ernst // *Int J Obes Relat Metab Disord.* – 2003. – N 27. – P. 9.
241. Plum, L.M. The essential toxin: impact of zinc on human health // L.M. Plum, L. Rink, H. Haase // *Int J Environ Res Public Health.* – 2010. – Vol. 7, N 4. – P. 1342-1365.
242. Prasad, A.S. Discovery of human zinc deficiency: 50 years later / A.S. Prasad // *J Trace Elem Med.* – 2012. – N 26 (2-3). – P. 66-69.
243. Purcell, L.K. Sport nutrition for young athletes / L.K. Purcell // *Paediatr Child Health.* – 2013. – N 18 (4). – P. 5-200.
244. Reference values of elements in human hair: a systematic review // M. Mikulewicz [et al.] // *Environ Toxicol Pharmacol.* – 2013. – N 36 (3). – P. 86-1077.
245. Responses of trace elements to aerobic maximal exercise in elite sportsmen // A. Otag [et al.] // *Glob J Health Sci.* – 2014. – N 6 (3). – P. 6.
246. Role of magnesium in cardiovascular diseases / D. Kolte [et al.] // *Cardiol Rev.* – 2014. – N 22 (4). – P. 182-192.
247. Sable, M. Comparative study of lung functions in swimmers and runners / M. Sable, S.M. Vaidya, S.S. Sable // *Indian J Physiol Pharmacol.* – 2012. – N 56 (1). – P. 4-100.
248. Saliva as a matrix for human biomonitoring in occupational and environmental medicine / B. Michalke, B. Rossbach, T. Göen [et al.] // *Int Arch Occup Environ Health.* – 2015. – N 88 (1). – P. 1-44.
249. Saper, R.B. Zinc: an essential micronutrient // R.B. Saper, R. Rash // *Am Fam Physician.* – 2009. – Vol. 79, N 9. – P. 768-772.
250. Suboptimal Micronutrient Intake among Children in Europe / B. Kaganov [et al.] // *Nutrients.* – 2015. – Vol. 13, N 7 (5). – P. 3524-3535.
251. The effects of vitamin D deficiency in athletes / M.E. Angeline [et al.] // *Am J Sports Med.* – 2013. – N 41 (2). – P. 4-461.

252. The level of magnesium and calcium in the saliva of patients with dental caries / K. Kowalczyk [et al.] // Polish. J. Environ. stud. – 2007. – Vol. 16, N 3A. – P. 147-150.
253. The role of Mg<sup>2+</sup> in immune cells / K. Brandao [et al.] // Immunol Res. – 2013. – N 55 (1-3). – P. 261-269.
254. The role of Chromium III in the organism and its possible use in diabetes and obesity treatment / S. Lewicki [ et al.] // Ann Agric Environ Med. – 2014. – N 21 (2). – P. 331-335.
255. Theman, T.A. The Role of the Calcium-Sensing Receptor in Bone Biology and Pathophysiology / T.A. Theman, M.T. Collins // Curr Pharm Biotechnol. – 2009. – N 10 (3). – P. 289-301.
256. Trace elements in children suffering from idiopathic nephrotic syndrome / S. Tulpar, Z. Gunduz, U. Sahin [et al.] // Eurasian J Med. – 2014. – N 46 (3). – P. 91.
257. Trends in food consumption of university students / A. De Piero, N. Bassett, A. Rossi [et al.] // Nutr Hosp. – 2015. – N 31 (4). – P. 31-1824.
258. Wang, L. Effects of high-intensity training and resumed training on macroelement and microelement of elite basketballathletes / L. Wang, J. Zhang // Biol Trace Elem Res. – 2012. – N 149 (2). – P. 54.
259. Wierniuk, A. Estimation of energy and nutritional intake of young men practicing aerobic sports / A. Wierniuk, D. Włodarek // Rocz Panstw Zakl Hig. – 2013. – N 64 (2). – P. 143-148.

## СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 3.1 – Данные анкетирования детей и подростков	42
Таблица 3.2 – Общая характеристика обследованных девочек	43
Таблица 3.3 – Общая характеристика обследованных мальчиков	43
Таблица 3.4 – Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Длина тела/возраст)	44
Таблица 3.5 – Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Масса тела/возраст)	45
Таблица 3.6 – Распределение группы юных спортсменов по физическому развитию в центильных интервалах (Масса тела/длина тела)	46
Таблица 3.7 – Показатели гармоничности развития юных спортсменов	47
Рисунок 3.1 – Процентное содержание жира (мальчики)	48
Рисунок 3.2 – Процентное содержание жира (девочки)	48
Таблица 3.8 – Данные анализа состава тела мальчиков	49
Таблица 3.9 – Данные анализа состава тела девочек	49
Таблица 3.10 – Показатели общего анализа крови детей и подростков	50
Таблица 3.11 – Показатели ОАМ в группах исследования	51
Таблица 3.12 – Показатели жизненной ёмкости легких (ЖЁЛ) в группах юных спортсменов	52
Таблица 3.13 – Распределение детей по группам здоровья	53
Рисунок 3.3 – Структура фоновых состояний в контрольной группе	53
Рисунок 3.4 – Структура фоновых состояний в группе циклических видов спорта	53
Рисунок 3.5 – Структура фоновых состояний в группе игровых видов спорта	54
Рисунок 3.6 – Структура фоновых состояний в группе единоборств	54
Таблица 4.1 – Среднее содержание кальция в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	57
Таблица 4.2 – Среднее содержание магния в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	60
Таблица 4.3 – Среднее содержание калия в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	62
Таблица 4.4 – Среднее содержание железа в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	64
Таблица 4.5 – Среднее содержание цинка в слюне (мкг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	65
Таблица 4.6 – Среднее содержание селена в слюне (нг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	66

Таблица 4.7 – Среднее содержание хрома в слюне (нг/г) исследуемых различного пола в зависимости от занятий спортом	68
Таблица 4.8 – Изменения содержания макро- и микроэлементов в слюне	69
Таблица 4.9 – Характеристики корреляционных связей между возрастом и содержанием макро- и микроэлементов в слюне	71
Рисунок 4.1 – Зависимость содержания кальция в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся плаванием	72
Рисунок 4.2 – Зависимость содержания цинка в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся хоккеем на траве	73
Рисунок 4.3 – Зависимость содержания цинка в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся фехтованием	74
Рисунок 4.4 – Зависимость содержания калия в слюне (мкг/г) от возраста в группе спортсменов, занимающихся фехтованием	75
Таблица 4.10 – Характеристики корреляционных связей между ИМТ и содержанием макро- и микроэлементов в слюне исследуемых	75
Рисунок 4.5 – Зависимость содержания цинка в слюне (нг/г) от ИМТ среди девушек контрольной группы	76
Таблица 4.11 – Среднее содержание макро – и микроэлементов (мкг/г) в волосах, исследуемых в зависимости от занятий спортом	78
Таблица 4.12 – Характеристики корреляционных связей между возрастом и содержанием макро- и микроэлементов в волосах	81
Рисунок 4.6 – Зависимость содержания кальция в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменов, занимающихся фехтованием	82
Рисунок 4.7 – Зависимость содержания магния в волосах (мкг/г) от возраста среди спортсменов, занимающихся фехтованием	83
Таблица 4.13 – Характеристики корреляционных связей между ИМТ и содержанием макро- и микроэлементов в волосах, исследуемых	83
Рисунок 4.8 – Зависимость содержания кальция в волосах (мкг/г) от ИМТ среди спортсменов, занимающихся хоккеем на траве	84
Рисунок 4.9 – Зависимость содержания железа в волосах (мкг/г) от ИМТ (кг/м <sup>2</sup> ) среди мальчиков, занимающихся фехтованием	85
Таблица 4.14 – Характеристики корреляционной связи между содержанием микро- и макроэлементов в слюне и волосах, исследуемых	86