

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

МУХУТДИНОВА Гузель Мансуровна

**ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИКИ СЕЛЕНО- И
ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ У НАСЕЛЕНИЯ**

3.2.1. Гигиена

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Имамов Алмас Азгарович

Казань – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
1.1. Современное состояние проблемы селено- и йододефицитных состояний.....	13
1.2. Роль селенового статуса для сохранения здоровья человека.....	16
1.3. Роль йодного статуса для здоровья человека.....	20
1.4. Взаимосвязь селено- и йододефицитных состояний с ожирением.....	22
1.5. Влияние селенодефицитных состояний на когнитивные функции человека.....	28
1.6. Методы оценки селенового статуса человека.....	32
1.7. Современные подходы к корректировке селенодефицитных состояний.....	34
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	38
2.1. Формирование групп исследования.....	38
2.2. Методы исследования.....	40
2.2.1. Статистический анализ материалов исследования.....	46
ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	47
3.1. Анализ распространенности заболеваний населения Республики Татарстан в целом и Лениногорского района Республики Татарстан в частности.....	47
3.2. Анализ первичной заболеваемости населения Республики Татарстан в целом и Лениногорского района Республики Татарстан в частности.....	55

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	66
4.1. Анализ рациона питания населения Лениногорского района Республики Татарстан.....	66
4.1.1. Оценка содержания селена и йода в рационе детей.....	66
4.1.2. Оценка содержания селена и йода в рационе взрослых....	71
4.2. Изучение обеспеченности селеном и йодом населения Лениногорского района Республики Татарстан.....	73
4.2.1. Содержание микроэлементов в волосах детей.....	73
4.2.2. Содержание микроэлементов в волосах взрослых.....	76
4.2.3. Взаимосвязь обеспеченности селеном и йодом обследованного населения с избыточной массой тела, ожирением.....	77
4.2.4. Взаимосвязь обеспеченности селеном и йодом с уровнем концентрации внимания и памяти обследованного населения...	86
ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ТАКТИКИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕЛЕНО- И ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ У НАСЕЛЕНИЯ С ОЦЕНКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО РАЦИОНА СРЕДИ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ.....	92
5.1. Разработка модели по повышению обеспеченности селеном и йодом взрослых.....	92
5.2. Разработка модели по повышению обеспеченности селеном и йодом детей.....	99
5.3. Оценка эффективности применения оптимизированного рациона среди взрослого населения.....	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
ВЫВОДЫ.....	122
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	124

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	127
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	151
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.....	155
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	162
Приложение А. Релевантная модель риска развития селено- и йододефицитных состояний у населения.....	162
Приложение Б. Оптимизированный рацион по селену и йоду для взрослых.....	163
Приложение В. Оптимизированный рацион по селену и йоду для школьников 1-4 классов.....	169
Приложение Г. Оптимизированный рацион по селену и йоду для школьников 5-11 классов.....	175
Приложение Д. Патент на зерновой продукт для коррекции обмена веществ при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды.....	180

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Несбалансированное питание, являющееся модифицированным фактором риска развития избыточного веса, ожирения, системного воспаления, микроэлементозов, является одной из причин возникновения сердечно-сосудистых, йододефицитных заболеваний, сахарного диабета, и других болезней [1, 2, 15, 37, 65, 77, 150, 164]. Актуальность работы обусловлена ростом неинфекционных алиментарно-зависимых заболеваний (НИЗ) среди населения, в том числе вследствие недостаточного содержания в рационе питания селена, йода и других микроэлементов [3, 15, 43, 46, 50, 53, 75, 77, 99, 155, 173, 210].

Многочисленными исследованиями отмечен низкий уровень обеспеченности населения, проживающего на территории Российской Федерации (РФ) и Республики Татарстан (РТ), селеном и йодом, что влияет на повышение уровня заболеваемости эндокринной системы и заболеваний, связанных с нарушением питания, среди населения РФ [49, 82, 92, 114].

Недостаточное потребление йода россиянами (не более 80 мкг при рекомендованной норме 150–250 мкг в сутки) выявлено в результате масштабных исследований, проведенных ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» за последние 20 лет [77, 103].

Ведущие эндокринологи отмечают динамику роста заболеваемости щитовидной железы (ЩЖ) у жителей РФ за последние 10 лет с увеличением вдвое (наибольший удельный вес в структуре всей эндокринной патологии – 27,6% по данным Росстата за 2020 год) [15, 77, 103].

Согласно статистическим отчетным формам Министерства здравоохранения РТ, в период 2013–2022 гг. показатель впервые выявленной заболеваемости, связанной с дефицитом йода, среди всего населения по РТ увеличился на 7,1%, среди детей до 14 лет – на 95%, а первичная заболеваемость

ожирением – на 85,6% и 113% соответственно. Что может быть связано с хроническим дефицитом йода в питании населения страны.

Одним из способов массовой профилактики йододефицитных заболеваний в РФ в соответствии с рекомендациями ВОЗ является использование йодированной соли населением [3, 42, 53, 70, 77, 100]. Следует отметить, что существуют группы повышенного риска развития этих заболеваний, где количество потребляемого йода следует тщательно измерять. Это дети, подростки, беременные и кормящие женщины. В данном случае дополнительно применяется индивидуальный метод профилактики, а именно: лекарственные препараты с содержанием йода в необходимых дозировках [103].

Модель так называемого добровольного использования йодированной соли не дала ожидаемых результатов в плане удовлетворения оптимальной потребности населения в йоде и снижения заболеваемости, в том числе в группах риска. В связи с этим необходимо внедрять новые способы коррекции йододефицитных состояний [103]. Одним из возможных методов является мониторинг содержания селена в рационе, поскольку он относится к синергистам йода.

При недостатке селена снижается усвояемость йода, что приводит к нарушению йодного обмена и функции щитовидной железы, замедлению обмена веществ, а это может способствовать развитию ожирения и различных НИЗ, приводящих к сокращению продолжительности жизни, нарушению психического статуса населения [26, 88, 91, 102, 175, 176, 184]. При этом селен препятствует избыточному накоплению жира и проявляет противовоспалительную активность [55, 86, 178, 182, 189, 212].

Несмотря на то что в РФ повсеместное использование йодированной соли является наиболее простым, эффективным и безопасным способом коррекции йодного дефицита, при сердечно-сосудистых заболеваниях рекомендуется снижение потребления соли в рационе здорового питания [43, 84, 118]. Поэтому требуется своевременная адекватная коррекция выявленного дисбаланса

нутриентов в организме как способ профилактики НИЗ среди населения, что и обусловило актуальность проведенного исследования.

Таким образом, для профилактики ЙДЗ и ожирения, особый интерес представляет изучение алиментарного поступления селена и йода и обеспеченность организма этими микроэлементами [92, 180, 182, 208].

Степень разработанности темы исследования. Известные к настоящему времени меры профилактики селено- и йододефицитных состояний предусматривают использование селеносодержащих удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур [192, 213], селеносодержащих премиксов в кормах сельскохозяйственных животных и птицы [24, 187], йодированной соли [3, 70, 103]. Включение в ежедневный рацион пищевых продуктов, обогащенных и селеном, и йодом, обладающих антиоксидантным и антиканцерогенным действием, может оказывать влияние на функциональное состояние нервной, эндокринной и сердечно-сосудистой систем, на жировой обмен [49, 52, 88, 104, 114, 130, 135, 146, 174].

Вместе с тем до настоящего времени не проводились комплексные исследования по установлению взаимосвязи индекса массы тела (ИМТ), жировой массы (ЖМ), основного обмена (ОО), тревожность, концентрацию внимания и памяти, с обеспеченностью организма человека селеном и йодом.

Мониторинг алиментарного поступления селена и йода необходим для коррекции селено- и йододефицита с целью профилактики ЙДЗ и ожирения среди детского и взрослого населения.

Цель исследования – на основе изучения уровней алиментарного поступления селена и йода обосновать профилактические мероприятия по повышению обеспеченности населения данными микроэлементами.

Задачи исследования:

1) Определить региональные особенности уровней алиментарного поступления селена и йода среди детей и взрослых Республики Татарстан и провести мониторинг доступности для населения пищевых продуктов, обогащенных данными микроэлементами.

2) Провести сравнительную оценку содержания селена в продовольственном сырье, готовых блюдах и рационах питания детей и взрослых Республики Татарстан, выявить группы пищевых продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность населения селеном и йодом.

3) Выявить распространенность йододефицитных состояний среди детей и взрослых в зависимости от обеспеченности селеном и йодом и оценить антропометрические показатели и функциональное состояние нервной системы у населения.

4) Разработать тактику профилактических мероприятий по снижению селено- и йододефицитных состояний у населения и оценить их эффективность.

Научная новизна. Установлены региональные особенности алиментарного поступления селена с рационом питания. Получены данные о снижении содержания селена в блюдах после термической обработки: *минтай* – в 20 раз, *яйцо* – в 11 раз, *говядина* – в 8 раз, *крупа пшеничная* – в 4 раза, *овощи* – в 1,6 раза.

Выявлены статистически значимые различия распространенности йододефицитных состояний в зависимости от обеспеченности населения селеном и йодом в осенне-зимний период.

Установлены пищевые продукты – предикторы, повышающие обеспеченность населения РТ селеном и йодом.

Установлена дозозависимая связь между уровнем селена в волосах и ИМТ, ЖМ, ОО, уровнем концентрации внимания и памяти.

Разработана прогностическая модель для оценки ожидаемой обеспеченности детского и взрослого населения селеном и йодом. Оптимизированы рационы, включающие пищевые продукты – предикторы, повышающие уровень селена и йода в организме.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основе проведенных исследований и сравнения полученных результатов в группах с дефицитом селена в волосах и с уровнем селена в волосах в пределах нормы разработана математическая модель, включающая пищевые продукты –

предикторы, повышающие обеспеченность детского и взрослого населения селеном и йодом.

Обнаружена дозозависимая связь между уровнем селена в волосах и ИМТ, ЖМ и ОО, уровнем концентрации внимания и памяти, в связи с чем людей с избыточной массой тела и ожирением рекомендуется дополнительно обследовать на обеспеченность селеном и йодом (возможно неинвазивным способом) для своевременной коррекции рационов питания у детей и взрослых по данным микроэлементам на основе разработанной прогностической модели.

В данной работе обоснована необходимость динамического изучения показателей компонентного состава тела, основного обмена для оценки эффективности применения оптимизированного рациона по селену и йоду лицам с избыточной массой тела и ожирением как способ профилактики селено- и йододефицитных состояний.

Материалы диссертации используются в лекционных курсах «Общая гигиена», «Гигиена питания», «Нутрициология» ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России. 2 учебных пособия внедрены ФБУЗ «Центром гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» в программу гигиенического обучения медицинских работников, ГАУЗ «Республиканский центр общественного здоровья и медицинской профилактики» при подготовке методических рекомендаций для медицинских работников по оптимизации питания различных групп населения в целях профилактики хронических НИЗ.

Разработан пищевой продукт «Зерновой продукт для коррекции обмена веществ при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды», включающем компоненты, как источники селена и йода (патент RU 2823619C1 опубл. 25.07.2024), способ оценки ожидаемой обеспеченности селеном и йодом взрослого населения (заявка № 2024123031 на свидетельство Роспатента).

Результаты исследования использованы при подготовке баз данных (БД): «Динамические показатели биоимпедансного анализа, концентрации внимания и памяти у взрослого населения 1-й группы ФА» (заявка 2024623677; свидетельство регистрации БД № 2024624030 от 10.09.2024), «Оптимизированный рацион по

селену и йоду для взрослого населения» (заявка 2024623684; свидетельство регистрации БД № 2024624115 от 16.09.2024).

Методология и методы исследования. Методология диссертационной работы организована в соответствии с поставленными целью и задачами. В дизайне исследования использован проспективный лонгитудинальный когортный метод с применением гигиенических, аналитических, расчетных и статистических методов исследования.

Положения, выносимые на защиту:

1. Распространенность йододефицитных состояний статистически значимо выше в группах с низкой обеспеченностью селеном в осенне-зимний период как у детей, так и у взрослых, имеющих повышенный ИМТ.

2. Наибольшее снижение содержания селена в пищевых продуктах после термической обработки отмечается в мясе, рыбе, яйцах и пшеничной крупе.

3. Установлена дозозависимая связь между уровнем селена и ИМТ, ЖМ, ОО, уровнем концентрации внимания и памяти.

4. Основой тактики профилактических мероприятий является разработанная прогностическая модель для оценки ожидаемой обеспеченности селеном и йодом с целью оптимизации рациона; определены пищевые продукты – предикторы, повышающие уровень данных микроэлементов в организме; оптимизированный рацион улучшает параметры компонентного состава тела, основного обмена, концентрацию внимания и памяти.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Результаты проведенных исследований, достоверность и обоснованность выводов базируются на большом количестве экспериментальных и теоретических данных, полученных путем применения современных физико-химических методов с использованием стандартных и аттестованных методик. Степень достоверности результатов исследования подтверждается тем, что данная работа выполнена на материале выборки по методу К. А. Отдельновой с уровнем значимости $p < 0,05$. Выборочная совокупность формировалась когортным методом. В исследование были включены дети и взрослые, проживающее более двух лет в городе

Лениногорск РТ. Применены современные методы статистической обработки данных.

Результаты диссертационной работы представлены на XI, XII, XIII, XIV, XV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Здоровье человека в XXI веке» (Казань, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024); XXXI Всероссийской научно-практической конференции «Окружающая среда и здоровье населения» (Казань, 2020); VIII, IX Межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы профилактической медицины и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения» (Казань, 2021, 2022); Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (к 100-летию государственной санитарно-эпидемиологической службы России) (Санкт-Петербург, 2022); XXIV Конгрессе педиатров России с международным участием «Актуальные проблемы педиатрии» (III Всероссийская конференция с международным участием «Приоритеты и задачи развития социальной педиатрии») (Москва, 2023); VII Национальном конгрессе с международным участием «Здоровые дети – будущее страны» (Санкт-Петербург, 2023); II Международной научно-практической конференции «Modern science: fundamental and applied aspects» (Пекин, 2023), Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы гигиены, эпидемиологии и дезинфектологии» (Уфа, 2023), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Профилактическая медицина – 2023» (Санкт-Петербург, 2023).

Соответствие пунктам паспорта научной специальности. Рассматриваемые положения в диссертации соответствуют пунктам 4, 5, 11 паспорта специальности 3.2.1 Гигиена.

Личный вклад автора. Сформулированы цель и задачи, составлен план исследования. Диссертант проанализировал медицинскую документацию по оценке состояния здоровья обследуемых, осуществил отбор проб суточного рациона, биологических субстратов (волос), провел биоимпедансометрию у различных групп населения, выполнил статистическую обработку и

интерпретацию имеющихся данных, разработал технологические карты и рационы питания. Вклад автора в подготовку публикаций о результатах исследований составляет 90%.

Объем и структура диссертации. По материалам диссертации опубликовано 13 печатных работ, из которых 3 – в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ для публикаций основных положений диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, из них 1 – в научном издании, индексируемом международной базой данных Scopus; 1 монография, 1 патент, 2 свидетельства о государственной регистрации баз данных.

Диссертационная работа изложена на 180 страницах печатного текста, содержит 46 таблиц, 38 рисунков; состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследования, материалов собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и 5-ти приложений. Список цитируемой литературы включает 214 источников, из них 95 – зарубежных.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Современное состояние проблемы селено- и йододефицитных состояний

В настоящее время здоровое питание играет большую роль в обеспечении здоровья и работоспособности человека. В своих последних работах академик В. А. Тутельян отмечает, что здоровое питание человека сегодня подразумевает здоровый рацион, ту структуру питания, которая включает продукты с необходимыми нутриентами [104, 155].

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), здоровье человека на 50% зависит от образа жизни (в основном – качества питания), на 10% влияет организация медицинской помощи, на 15% – наследственность и на 25% – факторы окружающей среды [72, 173].

В обеспечении здоровья и работоспособности человека питание вносит до 50% от суммы всех учитываемых факторов. При этом пищевые нарушения занимают определенное место в патогенезе сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, ожирения и сахарного диабета 2 типа [19, 104, 105, 149, 199].

Установлено, что элементный статус населения Российской Федерации (РФ), в том числе Республики Татарстан (РТ), по результатам исследований в рамках Федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2010–2014 гг., 2015–2020 гг.)», а также соответствующей региональной программы Республики Татарстан, находится на низком уровне по обеспеченности эссенциальными микроэлементами, в частности селеном и йодом, до 80% случаев [57, 82, 116].

Согласно данным Института питания Российской академии наук, каждый второй ребенок, живущий на территории РФ, имеет одно или несколько хронических заболеваний. Основной их причиной является неправильное и

несбалансированное питание [6, 20, 23, 36, 67, 96]. У детей преобладает дефицит таких микроэлементов, как селен, цинк и йод [13, 70, 99, 116]. Неадекватный статус указанных химических веществ наблюдается у многих групп населения в мире, где неинфекционные алиментарно-зависимые заболевания (НИЗ) являются серьезной проблемой для здоровья [92, 150, 196, 201, 214].

Так, несбалансированное питание способствует дефициту микроэлементов в организме и риску развития предикторов НИЗ, а именно: избыточный вес и ожирение, йододефицитные заболевания, системное воспаление, что увеличивает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, сахарного диабета, новообразований и других болезней [15, 22, 77, 80, 164].

В последние годы отмечается рост НИЗ среди населения, в том числе вследствие недостаточного содержания в рационе эссенциальных микроэлементов [1, 16, 25, 65, 75, 80, 84]. Увеличение производства переработанных продуктов, трансформирующийся образ жизни и быстрая урбанизация привели к негативному изменению пищевого поведения населения [4, 12, 39, 177]. Сегодня как взрослые, так и дети потребляют большое количество продуктов с высоким содержанием калорий, в том числе жиров, свободных сахаров и соли (натрия). Многие люди не включают в свой ежедневный рацион достаточного количества фруктов, овощей и клетчатки в виде цельных злаков [1, 2, 37, 104, 154].

Для снижения уровня заболеваемости и смертности от значимых медико-социальных алиментарно-зависимых заболеваний, а также для повышения качества жизни населения мировая и отечественная нутрициология ведет работу путем внедрения в практику здравоохранения инновационных технологий ранней диагностики, направленной на предупреждение и лечение, а также совершенствование системы управления качеством пищевой продукции [43, 46, 104, 105, 192, 213].

Как известно, население с нарушенным питанием подвержено более высокому риску инфицирования из-за дефицита макро- и микронутриентов [133, 201]. Однако сведения о роли конкретных питательных веществ и механизмах,

участвующих в иммунологической защите на протяжении всей жизни, относительно недостаточны и часто вызывают споры. Еще с начала 1800-х годов общепризнано, что питательные вещества регулируют иммунную функцию [23, 28, 93, 201]. Для нормального функционирования иммунной системы обязательные уровни питательных веществ варьируются – от следовых до массовых [75, 91, 123, 196].

Недостаточное поступление с пищевыми продуктами и питьевой водой эссенциальных микроэлементов, таких как селен и йод, может способствовать снижению рождаемости и увеличению смертности от заболеваний, связанных с нарушением питания, которое становится актуальной проблемой для всех [23, 88, 100, 130, 201].

Современные знания о влиянии питания на обменные процессы и иммунную систему теперь выходят за рамки клинического недостатка питательных веществ. Обзор как зарубежной, так и отечественной литературы демонстрирует преимущества потребления в рационах определенных микроэлементов [43, 48, 54, 57, 104, 114, 120, 160].

В работах зарубежных коллег показаны эпидемиологические исследования с последующей разработкой и оценкой применения индексов здорового питания и качества питания, моделей пищевого поведения, демонстрирующих его стереотипы. В дальнейшем полученные данные учитывают при коррекции питания в рамках индивидуальной программы и в организованном коллективе, при разработке корпоративных программ в области здорового питания на основе факторного анализа [47, 76, 140, 164]. Необходимо отметить, что в РФ применение прогностического моделирования в изучении питания для разработки релевантных программ профилактики алиментарно-зависимых заболеваний набирает обороты [58, 76, 115, 200].

Одним из перспективных направлений в современной медицине является изучение так называемого элементного портрета различных возрастных категорий населения с целью выявления групп риска по элементозам для дальнейшей разработки и своевременного внедрения профилактических мер, направленных на

восстановление биохимических и физиологических функций организма, связанных с нарушением гомеостаза микроэлементов [14, 57, 160].

1.2. Роль селенового статуса для сохранения здоровья человека

Селен относится к 6-й группе элементов периодической системы Д. И. Менделеева, имея атомный номер 34. В земной коре его содержание составляет $5 \cdot 10^{-6}\%$. Предельно допустимая концентрация в питьевой воде 1 мкг/л. Как химический элемент он был открыт в 1817 году шведским химиком Й. Я. Берцелиусом, который предложил назвать его Selenium с символом Se (от греческого «Луна») [72]. Спустя 200 лет после первого описания селена, в течение которых он считался ядом по причине проявления токсических свойств, его роль и актуальность в здоровье человека начинает признаваться [11, 57]. В прошлом селен считался даже канцерогеном, а в 1957 году немецкие ученые К. Schwarz и С. М. Foltz сообщили о его гепатопротекторном эффекте, и теперь он признан жизненно важным питательным веществом [102]. Philip J. White и Martin R. Broadley установили, что Se относится к группе дефицитных элементов наряду с Fe, Ca, Mg, I, Zn, Cu, недостаток которых в пищевом рационе наиболее распространен среди жителей планеты [213]. Причем количество селена в продовольственном продукте растительного или животного происхождения зависит от геохимических условий проживания, что отмечено в работах Е. А. Трошиной и ее соавторов [57, 102]. ВОЗ рекомендует ежедневную дозу селена на уровне 55–70 мкг для взрослых, 10–50 мкг для детей, максимальную суточную – 400 мкг [195, 196].

Будучи эссенциальным микроэлементом, селен играет немаловажную биологическую роль в организме:

- препятствует развитию опухолевых процессов и преждевременному старению организма (нейтрализует и выводит ксенобиотики, активизирует витамин E) [18, 26, 38, 45, 55, 69, 161];

- регулирует окислительно-восстановительный баланс в организме (уменьшает остроту воспалительных процессов) [18, 119, 124, 183, 188];
- усиливает иммунореактивность организма (ускоряет клональную экспансию Т-клеток, цитотоксичность лимфоцитов для уничтожения опухолевых клеток, повышает активность естественных киллерных (NK)-клеток) [183, 184];
- снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (активирует фермент цитохромоксидазу, образует кофермент Q10 в дыхательной цепи синтеза АТФ клеток, нейтрализует токсины) [210];
- стимулирует обменные процессы в организме [88, 146];
- способствует выведению токсичных веществ из организма [18, 55, 87, 176];
- участвует в регулировании липолиза (модулирует пролиферацию преадипоцитов и адипогенную дифференцировку) [45, 143, 152, 190];
- стимулирует репродуктивную функцию (содержится в сперматозоидах) [101];
- содействует конверсии тироксина (Т4) в трийодтиронин (Т3), обеспечивающий эффекты йода в организме [11, 102, 107, 180];
- поддерживает нормальную секрецию инсулина [64, 146].

При избыточном или недостаточном поступлении селена и йода в организм человека начинают действовать механизмы адаптации к условиям внешней среды. В этой связи дисбаланс микроэлементов оказывает негативное влияние на функционирование многих органов и систем [15, 57, 83, 89, 176, 183].

Способность добавок селена снижать риски возникновения заболеваний зафиксирована в работах М. I. Jackson, G. F. Combs во многих моделях на людях или животных [161]. В отличие от других микроэлементов, которые действуют как кофакторы, селен ковалентно связан с органическими молекулами [194].

По данным отечественных и зарубежных ученых, большинство полезных эффектов селена обусловлено его включением в основную группу белков, называемых селенопротеинами, в виде селеноцистеина (Sec), или 21-й протеиногенная аминокислота, которая зашифровывается генетическим кодом

(UGA-кодоном), обычно являющимся сигналом для прекращения синтеза белка и котрансляционно включающимся в белки с помощью специфической транспортной РНК [57, 102, 139, 180, 188].

Сел участвует в образовании активного центра ряда селенопротеинов: глутатионпероксидазы (GPx), йодтирониндейодиназ (ID) и селенопротеина Р (SeIP) [8, 54, 88, 102].

SeIP как источник селена представляет собой показательный маркер алиментарной обеспеченности нутриентом и содержит несколько атомов селена, что позволяет доставлять этот микроэлемент к различным тканям организма, главным образом в ткани головного мозга [11, 102, 190, 194].

Селенозависимые ферменты – GPx и тиоредоксинредуктаза (TXNRD) – обладают мощными антиоксидантными свойствами и образуют сложную систему защиты, которая отстаивает тироциты и клетки других органов от окислительного повреждения [11, 148, 162].

GPx ослабляет действие активных форм кислорода (АФК) путем разрушения липидных гидропероксидов и пероксида водорода [20, 23, 86, 105, 170], защищая полиненасыщенные жирные кислоты клеточной мембраны от повреждающего действия окислительных форм свободных радикалов [11, 148, 162, 171].

Свободнорадикальное окисление негативно влияет на структуру различных молекул. Образующиеся при этом АФК забирают электрон из CH_2 -группы жирных кислот, что способствует превращению липида в свободный радикал, а это приводит к перекисному окислению липидов (ПОЛ) [11, 54, 58, 148, 162]. При недостатке селена активность антиоксидантной защиты снижается [84, 88, 120, 188].

Как известно, у людей с нарушениями углеводного обмена имеет место достоверное снижение уровня селена в плазме и активности селенозависимых ферментов [43, 45, 210]. Отмечено, что селен также препятствует развитию опухолевых процессов, вместе с йодом участвуя в синтезе гормонов щитовидной железы [11, 100, 130, 148, 162].

В литературе освещены вопросы участия в превращении T4 в T3 селенозависимой ID – группы из трех оксидоредуктаз (селенозависимых ферментов), регулирующих активность тироксина. Остаток Sec расположен в активном центре каждого фермента и участвует в переносе йода. Любая йодиназа представляет собой мембранный белок, содержащий гидрофобную аминокислотную последовательность на N-конце белковой цепи [88, 102].

В жировой ткани T3 стимулирует липолиз и окисление жирных кислот в печени, способствует снижению концентрации холестерина посредством увеличения экспрессии рецепторов липопротеинов низкой плотности. Действие гормонов ЩЖ разнообразно, поэтому снижение ее функции сказывается на многих видах жизнедеятельности, способствуя формированию ожирения. В этой связи причиной увеличения массы тела при гипотиреозе является снижение ОО – и данное мнение ученых стало классическим [41, 125].

Нарушение функции ферментов данной группы может привести к формированию некоторых форм зоба, развитию гипотиреоза, ожирения, включая снижение когнитивных функций и привычное невынашивание беременности [34, 38, 42, 100, 103]. Известно, что до 60% случаев ожирения взрослых, появившегося в пубертатном возрасте, в последующем сопровождается более выраженной прибавкой массы тела и значительно повышает частоту смерти от сердечно-сосудистой патологии в трудоспособном возрасте и старше [30].

Таким образом, недостаток селена уменьшает активность дейодиназы и способствует снижению иммунитета, скорости обменных процессов, что приводит к быстрому нарастанию массы тела, ожирению [45, 100, 102, 178]. Использование же селена в пищевых продуктах приводит к изменению метаболизма в организме человека и снижению НИЗ за счет антиоксидантного эффекта, активации витаминов и др. [57, 74, 98, 133, 198].

1.3. Роль йодного статуса для здоровья человека

Синтез гормонов щитовидной железы происходит при участии йода как эссенциального микроэлемента [8, 100].

ВОЗ, Детский фонд Организации Объединенных Наций (ЮНИСЕФ) и Международный совет по контролю йододефицитных заболеваний (ICCIDD) рекомендуют для детей до 10 лет 90 мкг/сут, с 11 до 14 лет 130 мкг/сут, с 15 лет 150 мкг/сут и более высокое потребление йода для беременных женщин – 250 мкг/сут [53, 118, 123].

Йод был открыт французским химиком, фабрикантом мыла и селитры, по имени Бернард Куртуа (Bernard Courtois), в 1811 году. Тогда во Франции из соли морских водорослей добывали щелочное вещество – селитру, которая использовалась для производства пороха [72].

В 1820 году швейцарский врач Жан-Франсуа Коинде (Jean-François Coindet) впервые представил швейцарскому научному обществу результаты исследования, отмеченные положительным влиянием малых доз йода на состояние пациентов с зобом, а в 1896 году немецкий биохимик Ойген Бауман (Eugen Baumann) доказал наличие йода в ткани щитовидной железы, и йодный дефицит был признан основной причиной зоба [53].

Йод, имеющий атомный вес 127 и число протонов в ядре 53, самый тяжелый. В 4-м периоде таблицы Д. И. Менделеева - это единственный биоэлемент, который, будучи галогеном, во многом противоположен металлам, поэтому относится к неметаллам. Он проявляется как окислитель, потому что в атомарном состоянии служит сильным акцептором электронов [97].

В своих трудах В. И. Вернадский отмечал, что йод имеет прямое отношение к основным этапам химической эволюции, возникновению эукариот, многоклеточности, выходу существ живых в пресные воды и на сушу, к формированию эндокринной регуляции и к развитию мозга [97].

Основными источниками йода являются вода морей, воздух и почва прилегающих к морю территорий. Данный микроэлемент является летучим,

попадая в атмосферу, соединения йода реагируют с озоном и образуют кислород, йодат и другие реактивные формы [97].

Йод поступает в организм человека через продукты животного (60%) и растительного (34%) происхождения, воду и воздух (по 3% соответственно) [8]. В неорганической и органической форме, он легко всасывается в тонком кишечнике, а в течение двух часов распределяется в межклеточном пространстве, накапливается в щитовидной железе (70–80%), почках, желудке, железах слюнных и молочных (в период лактации) [100]. Далее органический «носитель» йода гидролизуется в желудочно-кишечном тракте, и микроэлемент, связанный с аминокислотами, поступает в кровь, где циркулирует в форме как неорганической (йодид), так и органической – связанном с белками состоянии [100].

Концентрация йода в плазме крови составляет 10–15 мкг/л при его адекватном поступлении в организм [14, 100]. Две трети от общего количества данного микроэлемента выводится почками, молочными, слюнными и потовыми железами, остальная часть с кровью переносится в щитовидную железу [100], куда йод поступает только в неорганической форме, а именно: в результате дейодирования гормонов Т4 и Т3 как в тканях, так и в самой щитовидной железе, а также через выделение тиреоцитами. Основным депо йода является щитовидная железа, где его концентрация составляет 0,6 мг/г [100].

Анализ химического состава пищевых продуктов, используемых в рационах населения РФ, показывает, что наиболее богатыми источниками йода в питании являются морские продукты. Содержание в них этого микроэлемента достигает 800–1000 мкг на 100 г (рыба, водоросли, морская капуста). Количество йода в таких распространенных пищевых продуктах, как молоко, яйца, мясо, зерновые, овощи, зависит от его уровня в почве, и поэтому в йододефицитных районах они не могут служить источниками достаточного поступления этого микроэлемента в организм [100].

1.4. Взаимосвязь селено- и йододефицитных состояний с ожирением

В кратком изложении доклада Постоянного комитета системы ООН по питанию (UNSCN) «Неинфекционные заболевания, диеты и питание» за 2018 год отмечено, что формирование НИЗ в глобальном масштабе обусловлено, в частности, несбалансированным питанием, являющимся одним из шести главных факторов риска. Рацион, в котором мало фруктов, овощей, орехов, семян, цельного зерна, пищевых источников полиненасыщенных жирных кислот, но много натрия, способствует росту НИЗ [57, 173].

Ведущие ученые во всем мире признают наличие тесной взаимосвязи между неполноценным питанием, суточным рационом и НИЗ. В этой связи четыре добровольных целевых показателя ВОЗ из девяти по профилактике НИЗ и борьбе с ними связаны с питанием или рационами питания:

- сокращение на четверть преждевременной смертности от сердечно-сосудистых, онкологических, хронических респираторных заболеваний и диабета,
- относительное сокращение на треть потребления населением соли (натрия),
- снижение роста случаев заболеваемости диабетом и ожирением,
- относительное сокращение на 10% показателей недостаточной физической активности [21, 57].

Физическая активность не связана с рационами питания напрямую, однако является важным аспектом здорового образа жизни и определяет энергетический баланс, что в свою очередь оказывает опосредованное влияние на обменные процессы. При переходе к другим моделям питания нельзя не учитывать факторы физической активности. Так, рост показателей избыточной массы тела и ожирения в мире является следствием изменения структуры питания (роста потребления пищевых продуктов с высоким содержанием жиров, сахара и/или соли и с низким содержанием клетчатки и микроэлементов) в сочетании со снижением физической активности (часто в результате урбанизации и распространения малоподвижного характера работы) [57, 150, 177].

По данным ВОЗ, в 2016 году в мире от ожирения и избыточного веса страдали 41 млн детей до 5 лет и 340 млн детей и подростков в возрасте 5–19 лет. Избыточная масса тела согласно критериям ВОЗ коррелирует с риском развития метаболического синдрома, в том числе артериальной гипертензии, гиперинсулинемии, инсулинорезистентности и дислипидемии [41].

В последнее время в России отмечается высокая распространенность неинфекционных заболеваний, связанных с нарушениями питания и обмена веществ, особенно избыточной массы тела и ожирения у детей и взрослых [51, 62, 75]. Следует сказать, что в опубликованных сведениях об ожирении у детей и подростков в разных регионах РФ имеют место значительные колебания показателей – от 2,3 до 25,3% [50, 51, 78, 79].

Поскольку показатели избыточного веса и ожирения среди школьников повышаются быстрыми темпами, возрастает необходимость внедрения фортифицированных соответствующими микроэлементами пищевых продуктов в образовательных организациях, так как несоблюдение здорового образа жизни и несбалансированное питание в детском возрасте отражается на здоровье в дальнейшем. Школы могут быть важным звеном в обеспечении здоровьесбережения посредством улучшения питания [2, 57, 154, 155].

Усилия правительств и учреждений системы ООН направлены на сокращение масштабов неполноценного питания с учетом осуществления мер двойного действия [186]. Это комплекс профилактических мероприятий, решающий проблемы несбалансированного питания, избыточного веса и развития различных НИЗ, связанных с нарушением питания [57, 156, 173].

Закрепление указанных мер в национальных диетологических рекомендациях по потреблению пищевых продуктов и внедрение их через законодательные акты способствует защите прав человека на качественное питание и улучшению показателей здоровья [203].

Одним из ведущих факторов риска для здоровья населения во всем мире является метаболический синдром (МС) и его распространенность, которая приобретает черты пандемии в странах как промышленно развитых, так и

развивающихся [179]. МС представляет собой совокупность взаимосвязанных фенотипических признаков, включающих широкий спектр метаболических расстройств – нарушение углеводного, липидного, пуринового обмена [86, 173].

В этиологии МС, кроме генетических и экологических факторов, несомненное значение имеют и гормональные механизмы [185]. В последнее время наблюдается повышенный интерес к выяснению связи между функцией щитовидной железы и МС, поскольку тиреоидные гормоны контролируют метаболический и энергетический гомеостаз, влияют на вес тела, термогенез, липолиз и метаболизм холестерина [57, 125, 175].

Одним из клинических признаков МС является ожирение, которое не только ухудшает качество жизни человека, но и связано с серьезными медицинскими осложнениями, такими как диабет 2 типа, дислипидемия, гипертония и другие сердечно-сосудистые заболевания, апноэ во сне, различные формы рака, болезни легких, остеоартрит и, как следствие, увеличение показателей заболеваемости и смертности [57, 209]. Более того, депрессия также описывается как воспалительное состояние, подобное ожирению, с которым она часто ассоциируется [141, 169].

Как известно, ожирение связано с состоянием хронического воспаления в жировой ткани низкой степени активности, с гипертрофированными адипоцитами, повышенной инфильтрацией макрофагами, что сопровождается изменениями секреции адипокинов и продуктов расщепления липидов. Помимо прочего, некоторые исследования показали, что концентрация в крови селена обратно коррелирует с ожирением, делая дефицит этого микроэлемента возможным маркером ожирения [57, 58, 126, 143, 153, 157, 182].

В работах А. А. Тинькова показано, что уровни Ca, Fe, Mg, Se, V, Zn в сыворотке крови, содержание Fe, Mg, V в волосах, а также концентрации Se и V в моче ниже у людей с ожирением по сравнению с теми, кто имеет вес в пределах нормы, из контрольной группы [208].

В исследованиях R. Nauffe представлены данные о достоверной связи селенозависимого фермента GPx3 и ожирения. Обнаружено, что GPx3 находится

в кластере адипокинов, связанных с чувствительностью к инсулину (гипергликемией) и липидным обменом в организме человека [152, 159]. Глутатионпероксидаза 3 снижена у людей с ожирением [159] и важна для функции адипоцитов [143]. Поскольку GPx3 является селенопротеином, это позволяет предположить, что добавление селенита может быть полезным для метаболизма адипоцитов [152].

При ожирении, вызванном диетой, уровни лептина повышаются из-за резистентности к нему – состояния, вызванного активацией воспалительного пути системного окислительного стресса (расстройство, также связанное с ожирением и воспалением) [17, 158].

Лептин – пептид, секретируемый адипоцитами пропорционально количеству жира в организме [158, 159]. Считается, что лептин влияет на пищевое поведение и объемы жирового депо, регулирует жировой и энергетический обмены. Количество и размеры адипоцитов зависят от объемов выработанного и секретируемого лептина [86, 201].

В недавних исследованиях, кроме этого, выявлено: концентрация селена обратно коррелирует с ожирением, что подтверждает необходимость наличия данного микроэлемента и селенопротеинов для адекватного функционирования жировой ткани и адипоцитов, а колебания продукции селенопротеинов способствует дисфункции адипоцитов. Как было отмечено, люди с ожирением имели низкий уровень селена в плазме крови, что недостаточно для нормальной функции селенопротеинов. Помимо прочего, уровни данного микроэлемента в волосах обратно пропорциональны значениям индекса НОМА-IR (модель гомеостаза для оценки инсулинорезистентности (ИР)) у лиц с ожирением [45, 208].

В работах Д. А. Аникина зафиксировано, что в жировой ткани мышей с ожирением гиперактивен ферментный комплекс никотинамидадениндинуклеотидфосфатоксидаза (NADPH-оксидаза). При этом отмечается повреждение антиоксидантной системы, выражающееся в снижении

экспрессии медь- или цинк-зависимых супероксиддисмутаз (СОД), селенозависимой GPx и каталазы [86].

D. Casagrande в исследованиях, выполненных на культуре адипоцитов, установлено, что в жировой ткани увеличение концентрации неэтерифицированных жирных кислот (НЭЖК) также приводит к повышению активности NADPH-оксидазы. Согласно результатам, полученным в клинических изысканиях, у лиц с ожирением выявлено достоверное снижение активности СОД, GPx и общего антиоксидантного статуса [86, 132]. Таким образом, развитие окислительного стресса, существующего при ожирении, зависит от обеспеченности организма селеном [86, 132, 178, 212].

Селен, как установлено учеными, может оказывать инсулиноподобное действие в организме путем усиления активации рецепторов, вызванной инсулином, и активации переносчиков глюкозы в адипоцитах, а GPx3 как маркер дифференцированных адипоцитов выступает значимым звеном для правильного функционирования жировой ткани и рецепторов инсулина на мембране адипоцитов [45, 86, 146, 152].

Лабораторные исследования, опубликованные в работах А. А. Тинькова, показывают, что Se может модулировать пролиферацию преадипоцитов и адипогенную дифференцировку, а также вмешиваться в передачу сигналов инсулина и регулировать липолиз. Модели нокаута продемонстрировали: селенопротеиновые механизмы, включая резидентные селенопротеины эндоплазматического ретикулума вместе с GPx и тиоредоксинредуктазами (TXNRD), тесно связаны с развитием и функционированием адипоцитов [208].

Так, из адипоцитов активно секретруется мочева кислота, тем самым клетки избавляются от избытков азота, полученного в процессе метаболизма аминокислот с разветвленной цепью. Такие аминокислоты служат для адипоцитов в качестве субстратов в ходе образования цитрата митохондрий и последующего липогенеза *de novo*. В свою очередь, атомы азота участвуют в синтезе инозина и мочева кислоты посредством пуринового обмена, способствующего образованию H_2O_2 и супероксидного аниона, а реакции липогенеза *de novo* –

АФК. Считается, что пероксидный анион более стабилен в сравнении с супероксидным. Ферменты же, снижающие токсичность H_2O_2 путем образования O_2 и H_2O , проявляются и локализуются в различных участках клетки. Селенозависимая глутатионпероксидаза относится к числу ферментов, катализирующих эту реакцию [54, 86, 118, 148].

Таким образом, окислительно-восстановительные реакции, в том числе ПОЛ, приводят к образованию свободных радикалов и регулярно осуществляются в организме, в том числе центральной нервной системе (обновление мембранных липидов, деление клеток, регуляция апоптоза и др.) [54, 87, 102, 108, 118, 119, 145].

Со своей стороны, ожирение ведет к инвалидности людей, в том числе молодого возраста, а также способствует снижению общей продолжительности жизни [30, 151]. Повышенный ИМТ является одним из основных факторов риска таких неинфекционных заболеваний, как артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет 2 типа, нарушения опорно-двигательной системы, некоторых онкологических заболеваний [41, 62, 206]. Риск возникновения указанных НИЗ возрастает при увеличении ИМТ [58]. Во всем мире количество взрослых с избыточным весом или ожирением составляет 1,9 млрд чел. [41, 173]. При этом ежегодно умирают по причине ожирения, по данным Всемирного банка и ВОЗ, около 3,4 млн взрослого населения [41, 62].

Чтобы снизить системный окислительный стресс, нужна цепочка перевода веществ из жирорастворимого в водорастворимое состояние с одновременным лишением токсических свойств, через взаимодействие цитохромных ферментов и активных форм кислорода, перекиси жиров, с включением в антиоксидантную систему селена. Перекисное окисление ненасыщенных жирных кислот мембраны клетки способствует образованию органического соединения – малонового диальдегида (МДА), которое путем сшивки белков денатурирует их [34, 54, 71, 87]. Дальнейшая подвижность белков в клеточной мембране ограничена, соответственно – водорастворимые вещества через фосфолипиды не

транспортируются, что приводит к нарушению внутриклеточного обмена [108, 119].

Весь комплекс удаления из организма чужеродных и ненужных веществ построен на работе с водорастворимыми соединениями и выделением их с мочой, потом, а также через кишечник и легкие. Так как подавляющее большинство ксенобиотиков и недоокисленных продуктов обмена веществ растворяется только в жирах, то перевод их в водорастворимое состояние при участии селена необходимо для детоксикации организма, что отражено в работах отечественных и зарубежных ученых [18, 34, 86, 108, 135, 146, 148].

Ассоциированные с ожирением состояния, в том числе ИР и нарушения углеводного обмена, заметно повышают риск развития сердечно-сосудистых заболеваний и снижают продолжительность жизни [17, 101, 126]. Как манифестный, так и субклинический гипотиреоз (СГ) приводит к некоторому повышению массы тела за счет снижения основного обмена на 35–45%, уменьшения расходов энергетических субстратов и термогенеза, замедления гломерулярной фильтрации, тубулярной реабсорбции и секреции, а это приводит к задержке жидкости [17, 38].

МС и дисфункция щитовидной железы являются распространенными вариантами метаболических и эндокринных заболеваний и часто наблюдаются одновременно [103, 116, 125, 209].

1.5. Влияние селенодефицитных состояний на когнитивные функции человека

По мнению многих ученых, одним из основных путей сохранения и укрепления здоровья подрастающего поколения является формирование правильного пищевого поведения обучающихся в образовательных организациях. В период повышенных учебных нагрузок при нерегулярном, неполноценном и несбалансированном по основным компонентам питания быстро наступает истощение нервной системы [5, 8, 31, 67, 90]. Сбалансированное питание играет

важную роль для детей во время учебного процесса, так как на фоне нейроэндокринной перестройки повышается чувствительность к изменению окружающей среды и риск развития неинфекционных заболеваний среди детского населения [20, 66, 80, 151].

Процесс поддержания адекватной жизнедеятельности в конкретных условиях среды обитания осуществляется за счет тесного взаимодействия основных регулирующих систем человеческого организма: эндокринной, нервной и иммунной. Одним из важных звеньев нейроиммуноэндокринной системы является щитовидная железа, функция которой состоит в глобальном регулировании всех видов обмена и, что наиболее важно, участии в процессах физического и интеллектуального развития человека [14].

К настоящему времени определено, что питание влияет на развитие ЦНС и умственную деятельность. Когнитивные функции детей школьного возраста чувствительны к изменениям рациона, особенно завтрака, вследствие более высоких энергетических потребностей в сравнении с взрослыми [128, 131, 165]. Важным аспектом работы мозга является то, что он, в отличие от мышц, всегда метаболически активен и постоянно потребляет значительное количество энергии, даже при отсутствии какой-либо конкретной задачи. В обеспечении удовлетворения потребностей мозга в энергии немаловажная роль отводится витаминам (В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₈, В₉ и В₁₂, С, А) и минералам (Fe, I, Se), которые также необходимы для создания и поддержания его структур и обеспечения межклеточных связей [90, 136, 211].

В модуляции активности клеток мозга принимает участие микробиота, влияющая на метаболические пути ЦНС посредством выработки серотонина (5-НТ) в кишечнике, особенно в энтерохромаффинных клетках [111]. В свою очередь, на кишечную микрофлору негативно воздействует поступление с рационом консервантов, простых сахаров, способствующих возникновению воспалительного процесса, который сопровождается нарушением проницаемости эпителиального барьера кишечника, а положительно – пробиотиков (молочнокислых и бифидобактерий) [58, 111, 173].

Ухудшение памяти предположительно связано с нарушением доступности триптофана, регулирующего центральную серотонинергическую нейромедиацию. Серотонин (5-НТ) является наиболее широко изученным нейромедиатором при психических заболеваниях и играет ключевую роль во многих функциях организма, а именно: регуляции иммунных реакций, поведения, настроения, аппетита, гемодинамики, роста. По наблюдениям А. И. Хавкина и О. Н. Комаровой, триптофан, который человек получает из ежедневного рациона, могут синтезировать в кишечнике бифидобактерии, а их введение связано с повышением плазменного уровня аминокислотного предшественника нейротрансмиттера серотонина. Влиять на микробную колонизацию кишечника может также селен, поступающий с пищей, что сказывается на микроэлементном статусе хозяина и экспрессии селенопротеинов [111, 201].

Недостаточное поступление селена может приводить к изменению баланса кишечной микробиоты, что может оказывать большое влияние на доступность необходимых щитовидной железе микроэлементов, таких как селен и цинк, которые являются кофакторами реакций дейодирования, превращающих тироксин (Т4) в трийодтиронин (Т3) [102, 207].

Тиреоидные селенозависимые гормоны (ТГ), регулируя экспрессию генов, обеспечивают реализацию генотипа в фенотип, усиливают окислительные процессы, повышают потребление кислорода, влияют на психическое состояние организма и его сопротивляемость к неблагоприятным факторам окружающей среды, физическое и интеллектуальное развитие ребенка [8].

Со своей стороны нарушение секреции тиреоидных гормонов из-за недостаточной обеспеченности организма селеном способствует учащению психоневрологических сдвигов, что негативно влияет на некоторые структуры головного мозга: гипоталамус и кору – вследствие участия гормонов щитовидной железы в образовании белков нервной системы и нейрональной дифференцировке [8, 34, 107, 193].

В условиях высокой занятости, низкой физической активности, нерегулярного и несбалансированного питания у обучающихся формируются

метаболические сдвиги на уровне клеточных мембран, связанные прежде всего с нарушениями липидного обмена и обусловленные напряжением компенсаторных механизмов, направленных на поддержание гомеостаза [36, 51, 67].

В работах, опубликованных Е. Е. Дубининой, окислительный стресс описан как сопроводительный процесс любой стрессорной реакции, при котором происходит клеточная адаптация в экстремальных условиях [34]. Образование АФК при окислительном стрессе коррелирует с проявлением активности антиоксидантной системы различных тканей в организме [27, 49, 53, 96, 139].

В развитии заболеваний инфекционных и неинфекционных, в том числе при неврологических и психических поражениях ЦНС, важную роль в патогенезе играет окислительный стресс [18, 27, 63, 108, 194].

Установлено, что и старение организма также сопровождается окислительным стрессом, соответственно, свободно-радикальные процессы присутствуют в патофизиологии сопутствующих заболеваний, включая поражения мозга [19, 21, 26, 34]. Согласно свободно-радикальной теории образование АФК способствует увеличению молекулярных повреждений клеточных структур в процессе старения, что негативно отражается на защитных функциях организма [27, 34, 87, 148].

При свободно-радикальном окислении образуются гидрофобные радикалы, что способствует ПОЛ [54, 86, 87], которое приводит к ограничению транспорта водорастворимых веществ через фосфолипиды и нарушению внутриклеточного обмена [71, 110]. Благодаря антиоксидантным свойствам селена некоторые селенопротеины играют нейропротекторную роль. TXNRD, например, поддерживает окислительно-восстановительный баланс и защищает дофаминергические клетки, склонные к окислительному стрессу в патофизиологии болезни Паркинсона [58, 63, 108, 144].

Так как селен связан с белком, следовательно, высокобелковые продукты содержат более высокий уровень данного микроэлемента, тогда как фрукты и овощи характеризуются относительно низким его содержанием. В первую

очередь всё происходит в белковой фракции, поэтому растения и овощи, содержащие небольшое количество белка, являются плохим источником селена [24, 147, 181].

ВОЗ начиная с 1996 года рекомендует ежедневную дозу селена на уровне 55–70 мкг для взрослых, 10–50 мкг для детей и максимальную суточную дозу не более чем 400 мкг. Между тем недавно 450 мкг в день были установлены как безопасный максимальный суточный уровень потребления Se с пищей [160, 172].

Основной путь получения селена, как уже было отмечено, – это пищевые продукты, и его содержание в организме напрямую зависит от распределения микроэлемента в почвах и водах. Так, низкое содержание селена в воде отмечено на территории Лениногорского района РТ. По результатам мониторинга из подземных источников 1 класса в селах Сугушла, Старая Письмянка и Александровка концентрация селена в 2017–2018 гг. равна 0,0001 мг/л (при гигиеническом нормативе 0,01 мг/л) [69].

Ученые разных стран считают, что главным источником Se в питании человека являются зерновые, особенно пшеница [89, 170]. Так, для России вклад зерновых в обеспеченность микроэлементом жителей составляет около 50%, в Финляндии и Великобритании – от 20 до 30%. В ходе исследований, проведенных ФИЦ питания и биотехнологий, установлено: для населения России пшеница – основной источник поступления селена с пищей [24, 80]. В работах отечественных и зарубежных ученых обоснованы подходы к обогащению этим микроэлементом продуктов питания повседневного спроса как профилактика некоторых НИЗ [33, 49, 74, 198, 203]. Кроме того, потребность в селене возрастает при лечении вирусных инфекций [124, 188].

1.6. Методы оценки селенового статуса человека

Изучение элементного «портрета» населения отдельных биогеохимических регионов, оценка отклонений в обмене микроэлементов, а также их коррекция являются перспективным направлением превентивной медицины, которое может

существенно улучшить показатели здоровья населения регионов России, в том числе РТ [82, 116].

По мнению ведущих зарубежных и отечественных гигиенистов, физиологов и токсикологов, определение содержания химических элементов в волосах является интегративным показателем в гигиенической донозологической диагностике состояния здоровья человека, его адаптации к условиям проживания и обеспеченности микронутриентами [13, 81, 208].

Одним из значимых показателей обеспеченности селеном организма является его концентрация в крови человека. С помощью этого инвазивного способа можно оценить среднюю величину алиментарного поступления селена за период от нескольких дней до одного месяца. В данном случае показатель свидетельствует об общем содержании активных форм селена (ферментов и селенопереносящего белка) и депонированного селена в организме. У населения России диапазон уровня селена в сыворотке крови составляет 62–145 мкг/л [11, 35].

Обеспеченность микроэлементами можно оценить и неинвазивным способом (волосы, ногти). Ввиду малой скорости роста волос результаты анализа показывают содержание среднего уровня биоэлементов в образце за несколько месяцев [69, 168, 172].

Результаты эпидемиологических исследований, проведенных за последнее время в России, показали низкую обеспеченность селеном у населения страны до 80% случаев [116].

Сегодня в РФ не установлен максимально допустимый уровень потребления селена, отсутствует единая методика оценки селенового статуса организма в норме и при патологии, активно изучаются механизмы биологического действия этого элемента [98].

Обеспеченность организма человека селеном оценивают путем установления количества селена поступающего с пищей, содержания его в моче, крови, волосах и ногтях [82, 93, 172].

1.7. Современные подходы к корректировке селенодефицитных состояний

По данным отечественных и зарубежных ученых, в структуре питания человека все больше используются переработанные пищевые продукты, что способствует росту НИЗ. Поскольку стала очевидной необходимость предпринять стратегические меры в сфере производства пищевых продуктов и питания, ООН были приняты Цели в области устойчивого развития вопросов здорового питания, а период 2016–2025 гг. объявлен Десятилетием действий ООН по проблемам питания [28].

В этой связи во всем мире специалистами как кулинарной отрасли, так и пищевой промышленности разрабатываются различные общеоздоровительные и лечебные диеты. Как результат в структуре рационов появляются так называемые функциональные продукты – Food for Specific Health Use (FOSHU), иначе говоря – суперпродукты. Особенность их заключается во включении определенных питательных веществ, способствующих улучшению функциональной активности органов и систем в организме, тем самым оказывают профилактическое или лечебно-оздоровительное действие [98].

В 2012 году решением Совета Евразийской экономической комиссии принят Технический регламент Таможенного союза 027/2012, действующий по настоящее время и регламентирующий требования к специализированной (функциональной) продукции. Согласно этому нормативному документу под пищевой продукцией диетического профилактического питания имеется в виду 1) специализированная пищевая продукция, предназначенная для коррекции углеводного, жирового, белкового, витаминного и других видов обмена веществ, в которой изменено содержание и (или) соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания, и (или) в состав которой включены не присутствующие изначально вещества или компоненты, а также 2) пищевая продукция, предназначенная для снижения риска развития заболеваний.

Каждый человек, безусловно, хочет быть в хорошей физической форме в любом возрасте, поэтому пищевая промышленность сегодня ориентируется на производство пищевых продуктов с новыми качествами, улучшающими здоровье [33, 61].

Насколько известно, лидерами в сфере производства функциональных продуктов являются Западная Европа, Япония и Северная Америка. Так, например, правительство Японии определяет функциональное питание не иначе как FOSHU, то есть замена значительной доли медикаментозного лечения [61], а критерии к функциональному продукту следующие: 1) содержит только вещества природного происхождения, 2) не допускает выпуска в виде капсул, таблеток, порошков либо других лекарственных форм, 3) легко включается в ежедневный рацион, 4) положительно влияет на определенные функции организма, в том числе 5) оказывает лечебно-профилактическое действие [73]. Исходя из этого, функциональными «признаются продукты, содержащие органические вещества, обогащенные витаминами или микроэлементами и обладающие энергетическими, пробиотическими и другими полезными свойствами» [73, 210].

Необходимо отметить, что обогащение микронутриентами в ходе производства функциональных продуктов в пищевой промышленности связано с различными дополнительными технологическими операциями, которые способствуют нарушению их изначальных свойств, поэтому обязателен лабораторный контроль качества. Это касается как микронутриентов, так и полезных микроорганизмов [210].

Селен и йод в больших, значительно превышающих физиологически оптимальный уровень дозах, как известно, могут отрицательно воздействовать на организм, поэтому важна проверка их количества в функциональных продуктах [74, 98, 183, 214]. Такому надзору способствует общее требование ТР ТС 027/2012: в порции функционального продукта должно быть не более 30% рекомендованных суточных норм потребления микроэлементов.

Большинство ученых отмечает: основными источниками поступления селена в организм человека служат вода и продукты питания [23, 24, 88, 140, 172].

По наблюдениям Н. А. Голубкиной, главными пищевыми продуктами, обеспечивающими поступление селена в России, являются зерновые, причем их вклад составляет 50% от общего уровня потребляемого микроэлемента [24]. На долю мяса в рационе населения приходится 20%, рыбы и молочных продуктов – по 10% соответственно, яиц – 5%, а вклад овощей и фруктов незначительный – не более чем 1–2%. Употребление в пищу только местных продуктов с учетом геохимической территориальной специфики имеет решающее значение в развитии селенодефицитных состояний, или селенозов [74, 83, 89, 192].

Литературный обзор показывает, что в Хабаровском крае за 10 лет (2008–2018 гг.) прослеживается снижение содержания Se в некоторых продуктах ежедневного потребления более чем в 2 раза [198], а также имеет место количественное уменьшение до 75% в основных пищевых продуктах (мясо, птица, рыба, овощи), прошедших термообработку [35].

Молочный вид промышленности в РФ представляет собой одну из ведущих отраслей по созданию и производству инновационных продуктов. Отечественный рынок молочных функциональных продуктов является наиболее развитым и воспринятым потребителями. Именно это позволяет внедрять разработки кисломолочных суперпродуктов в массовое производство. Чаще всего эту продовольственную группу фортифицируют пробиотиками, пребиотиками, витаминами и микроэлементами [33].

Что касается зерновых функциональных продуктов, то их представляют хлебобулочные изделия, каши, обогащенные пищевыми волокнами, витаминами B₂ и B₆, а также целым комплексом микроэлементов [73].

Населению для включения функционального продукта в ежедневный рацион не требуется специальных консультаций, так как это тоже продовольственный товар. Удобно, что нет ограничений по полу, и каждый такой продукт имеет на упаковке информацию по кратности включения в режим питания согласно возрасту. Продукт функциональный выигрывает в сравнении с продуктом традиционным тем, что усвояемость ингредиентов хорошая и,

соответственно, высокая пищевая ценность адаптирована под минимальную калорийность [24, 33, 73, 122, 130].

Не только общее потребление селена с пищей, но и его химическая форма, поступающая в организм, важна для здоровья человека [74, 146]. Учеными установлено, что Se существует в неорганической и органической формах, а потребление многообразных групп пищевых продуктов коррелирует с различными его типами. Например, органический селен представлен в виде селенометионина (SeMet), селеноцистеина (SeCys), селениумметилселеноцистеина (SeMeCys) и гамма-глутамил-сметилселеноцистеина (GGMSC), а питьевая вода – источник неорганического селена, такого как селенат и селенит [74, 98, 146]. Органические формы селена усваиваются легче (и это более 90% селена) по сравнению с формами неорганическими [74].

В отечественных и зарубежных исследованиях показана имеющая U-образную форму взаимосвязь между обеспеченностью организма селеном и риском заболевания, то есть как недостаточное, так и избыточное поступление этого микроэлемента играет важную роль в патофизиологии НИЗ у человека, что приводит к необходимости контролировать фактическое поступление с суточным рационом [45, 58, 146, 183].

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Формирование групп исследования

Дизайн исследования. Проспективное лонгитудинальное когортное исследование. Выборочная совокупность формировалась когортным методом. В исследование было включено взрослое и детское население, постоянно проживающее на территории Лениногорского района РТ в течение последних двух и более лет.

Чтобы определить минимальный объем выборки, использовалась таблица К. А. Отдельновой [59, 69]. В связи с тем, что в медицинских исследованиях принято в качестве границы статистической значимости результатов применять уровень $\leq 0,05$, то, согласно вышеуказанной методике, это не менее чем 100 человек.

Для формирования двух групп в исследование включено население трудоспособное в количестве 140 взрослых человек, а также детское – 81 ребенок. Условной границей между малой и большой выборкой принято считать $df = 30$ [59].

Место и время проведения исследования. Местом проведения исследования выбран город Лениногорск РТ, относящийся к категории средних городов (61,7 тыс. жителей) и имеющий развитую инфраструктуру. Основным источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения являются подземные воды (13 родников), стекающие в общий водозаборный узел. В ходе многолетнего экологического мониторинга атмосферного воздуха здесь не выявлено пылевого загрязнения и наличия иных вредных веществ от промышленных предприятий, что создает оптимальные условия для решения поставленных задач.

Инструментальные исследования и анкетирование проводились среди обучающихся и педагогов на базе образовательных организаций: МБОУ «СОШ

№5» и «Гимназия №11» Лениногорского муниципального района РТ, ГАПОУ «Лениногорский нефтяной техникум», а также среди сотрудников НГДУ «Лениногорскнефть» ПАО «Татнефть» им. В. Д. Шашина.

Лабораторные исследования биоматериала (волос) выполнялись в аккредитованной клинико-диагностической лаборатории ООО «Независимая лаборатория ИНВИТРО» (Москва); пищевых продуктов и суточных рационов – в аккредитованном испытательном центре ФГБУ «Татарская межрегиональная ветлаборатория» (Казань).

Время проведения исследования – с февраля 2019 года по май 2023 года включительно.

Статистический анализ осуществлялся в программных пакетах IBMS PSS Statistics 23 и Microsoft Excel. Производилась оценка распространенности избыточной массы тела и ожирения у людей с содержанием селена в волосах ниже референтных значений [60]. Визуализация данных реализовывалась с использованием среды для статистических вычислений R 4.2.2 (R Foundation for Statistical Computing) (Вена, Австрия) [58].

Изучаемые популяции. Обследовались жители Лениногорского района РТ в возрасте 13–14 лет при наличии добровольного информированного согласия от родителей (или законных представителей) и 25–50 лет, подписавшие добровольное информированное согласие на исследование и заполнившие анкеты.

Критерии включения: школьники 13–14 лет, взрослое население 25–50 лет, работающее в образовательной сфере, либо офисе, постоянно (не менее двух лет) проживающие на территории Лениногорского района РТ, 1-я и 2-я группы здоровья, 1-я группа физической активности.

Критерии исключения: прием поливитаминовых комплексов с содержанием селена, наличие хронических заболеваний, 3а и 3б группы здоровья, наличие вредных производственных факторов у взрослого населения.

Описание медицинского вмешательства (для интервенционных исследований). Лабораторные исследования включали проведение анализа

биоматериалов на количественное содержание селена и йода с помощью атомно-эмиссионного спектрометра.

В качестве биоматериала использовались волосы населения. Темп роста волос составляет в среднем 1 см в месяц. Вследствие этого волосы человека можно считать высокогенерализованной системой, использование которой позволяет проводить элементное картирование больших площадей. В медицинских пунктах соответствующего учреждения отбирались волосы с затылочной части для химического анализа в соответствии с медицинской технологией «Выявление и коррекция нарушений минерального обмена организма человека» [69, 80].

Биоимпедансометрию осуществляли с использованием зондирующего тока низкой (безопасной) амплитуды анализатором АВС-01 «Медасс» [9].

Антропометрические исследования включали в себя измерение длины и массы тела, окружности талии и бедер.

Этическая экспертиза. Протокол исследования одобрен локальным этическим комитетом при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Казанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 29.01.2019 № 1.

2.2. Методы исследования

В диссертационной работе, с учетом обозначенного исследования, применялся комплекс приемов и социально-гигиенических методов. В качестве основы взята методология системного анализа для оценки фактического поступления селена и йода с рационом и содержания этих микроэлементов в волосах населения, а также установления влияния дефицита селена и йода на физический статус, функции нервной системы (тревожность, концентрация внимания и памяти). Кроме того, разработана прогностическая модель,

включающая предикторы повышения обеспеченности населения селеном и йодом на примере РТ.

Исследованием предусматривается определенная последовательность решения поставленных задач (таблица 1).

Таблица 1 – Этапы, объем, материалы и методы исследования

№	Этапы	Методы	Материал и объем исследования
I	1.1. Изучение в динамике распространенности и первичной заболеваемости эндокринной системы и заболеваний, связанных с нарушением питания, у населения Республики Татарстан за 2013–2022 гг.	Статистический	Скопированы сведения из отчетных форм за 2013–2022 гг.; проанализировано 520 ед. ц. и. по 4 отдельным болезням в 1 группе классов
	1.2. Исследование содержания йода и селена в организме детского и взрослого населения	Метод масс-спектрометрии с источником ионов в виде индуктивно связанной плазмы (ИСП-МС) по МУК 4.1.1483–03. Вычисление абсолютных и относительных величин, расчет средних величин, их ошибок, достоверность различий	Выполнен отбор волос у детей (243 пробы) и взрослых (420 проб); проанализировано 1326 ед. ц. и.
II	2.1. Исследование содержания селена в сырье, пищевых продуктах	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии (ГОСТ 31707-2012)	Составлены протоколы исследований пищевых продуктов, сырья (106 проб), готовых блюд (101 проба); проанализировано 207 ед. ц. и.
	2.2. Исследование содержания белков, жиров, углеводов, энергетической ценности и селена в сезонном 7-дневном рационе	Метод атомно-абсорбционной спектрометрии, метод Къельдаля, экстракционный метод (МУ 4237-86)	Составлены протоколы исследований суточных рационов питания детей и взрослых (9 282 шт); проанализировано 23 205 ед. ц. и.
	2.3. Изучение фактического поступления йода и витаминов А, С, Е, В ₂ с сезонным 7-дневным рационом	Расчетный метод (Скурихин И. М., 2008; Тутельян В. А., 2012). Аналитический метод, достоверность различий по t-критерию Стьюдента	Составлены протоколы исследований суточных рационов питания детей и взрослых (4 641 шт); проанализировано 23 205 ед. ц. и.

Продолжение таблицы 1

№	Этапы	Методы	Материал и объем исследования
	2.4. Изучение содержания селена и йода в питьевой воде Лениногорского района РТ	Вычисление абсолютных и относительных величин, расчет средних величин, их ошибок	Составлены протоколы исследования воды (50 шт); проанализировано 510 ед. ц. и.
	2.5. Оценка наличия продукции, обогащенной йодом и селеном	Социологический метод (МР 2.3.7.0168-20)	Осуществлен мониторинг реализуемой пищевой продукции на объектах продовольственной торговли (76 ед.); проанализировано 18 240 ед. ц. и.
III	3.1. Оценка антропометрических показателей	Метод антропометрии	Определены ИМТ и обхват талии/бедер у взрослых (1 680 измерений); ИМТ и обхват талии у детей (729 измерений); проанализировано 2 652 ед. ц. и.
	3.2. Оценка компонентного состава тела	Метод биоимпедансометрии с помощью анализатора АВС-01 «Медасс»	Составлены протоколы по данным биоимпедансометрии детей (405 шт) и взрослых (700 шт); проанализировано 5 525 ед. ц. и.
	3.3. Оценка умственной работоспособности учащихся	Корректирующая проба по таблицам В. Я. Анфимова (1911)	Выполнены корректирующие пробы умственной работоспособности детей (3 888 шт)
	3.4. Оценка уровня концентрации внимания и памяти	Методика Гюго Мюнстенберга (1915), методика В. П. Соломина «расстановка чисел» (2008)	Проведено тестирование детей (243 шт) и взрослых (420 шт); проанализировано 17 304 ед. ц. и.
	3.5. Оценка уровня тревожности	Методика по шкале А. М. Прихожан (1983), метод Ч. Д. Спилбергера (1972)	Проведено тестирование детей (243 шт) и взрослых (420 шт); проанализировано 17 304 ед. ц. и.
IV	4.1. Установление группы пищевых продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность населения селеном и йодом в Республике Татарстан	Линейный регрессионный анализ с \log_2 -трансформацией	Полученные данные по пп 1.2, 2.2, 2.3.

Продолжение таблицы 1

№	Этапы	Методы	Материал и объем исследования
V	5.1. Разработка тактики профилактических мероприятий по снижению селено- и йододефицитных состояний с оценкой их эффективности	Линейный регрессионный анализ с \log_2 -трансформацией, критерий Фишера, Манна-Уитни, метод антропометрии, метод биоимпедансометрии с помощью анализатора ABC-01 «Медасс», методика В. П. Соломина «расстановка чисел» (2008)	Разработаны: - технологические карты (205 шт); - оптимизированный рацион для учащихся 1–4 и 5–11 классов (2 шт); - оптимизированный 7-дневный рацион для трудоспособного населения; - прогностические модели для оценки ожидаемой обеспеченности населения селеном и йодом (4 шт); - определены ИМТ и ОТБ у взрослых (480 измерений); - составлены протоколы по данным биоимпедансометрии взрослых (120 шт); - проведено тестирование взрослых (120 шт).

I этап заключал в себе оценку показателей заболеваемости по нозологическим группам: болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (E00–E89): болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью (E00–E04); ожирение (E66). А также определение концентрации йода и селена в биоматериалах (волосах) детского и взрослого населения на аппарате NexION 300D / Perkin Elmer Sciex (США).

При формировании групп критерием выбора для наблюдения лиц с селенодефицитным состоянием являлся уровень Se ниже ФОУ, или 25-го перцентиля, в волосах у детей и взрослых – 0,271 и 0,290 мг/кг соответственно.

Отобранные (при наличии добровольного информированного согласия от законных представителей) 40 детей с уровнем селена ниже ФОУ вошли в 1-ю группу, где 52,5% составили девочки, а 41 ребенок с уровнем селена в пределах ФОУ – 2-я группа (47,7% девочек). Среди взрослых, которые согласились на

исследование и заполнили анкеты, 80 человек с уровнем селена ниже ФОУ – это 1-я группа, в составе которой 52,3% женщин, а 60 человек с уровнем селена в пределах ФОУ – 2-я группа (55% – женщины).

В соответствии с рекомендациями А. В. Скального (2014) и наиболее широко используемой гипотезой, апробированной на практике в амбулаторно-поликлинических условиях, элементный состав биосубстратов человека сопоставляется с «нормой», если его значение в пределах интервала 25–75 центили, или область средних величин, встречается у здоровых людей в 50% случаев. Значения, лежащие в промежутке от 10 до 25 и от 75 до 90 центиля, предложено рассматривать как отклонения, соответствующие состоянию «предболезнь».

II этап предполагал ряд лабораторных исследований, а именно: продовольственного сырья, пищевых продуктов на содержание селена, сезонного 7-дневного рациона детей и взрослых на количественный состав белков методом Кьельдаля, углеводов экстракционным и расчетным методами, селена методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Оценивалось поступление витаминов А, С, Е, В₂, а также йода с сезонным 7-дневным рационом населения расчетным методом, исходя из справочных материалов [106].

Проанализированы протоколы лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» на предмет содержания селена в питьевой воде Лениногорского района за 2013–2020 гг. Проведена оценка норм потребления пищевых продуктов, регламентированных Приказом Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 614 «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания» для взрослых и СанПиН 2.3/2.4.3590-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения» для детей.

Осуществлялся мониторинг наличия пищевой продукции, обогащенной йодом и селеном, в продовольственных торговых точках Лениногорского района РТ в соответствии с МР 2.3.7.0168-20 «Оценка качества пищевой продукции и

оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов». Сделаны вычисления абсолютных и относительных величин, расчет средних величин, их ошибок.

III этап охватывал изучение распространенности йододефицитных состояний у детей и взрослых в зависимости от обеспеченности селеном. Выявлялись взаимосвязи низкого уровня концентрации селена и йода в волосах обследованного населения с избыточной массой тела, ожирением, основным обменом, уровнем концентрации внимания и памяти. При соотнесении ИМТ, жировой массы, основного обмена, активно-клеточной массы, скелетно-мышечной массы тела детей и взрослых, в том числе с целью выявления возможных отклонений в организме, применялся метод биоимпедансометрии с помощью анализатора АВС-01 «Медасс». Чтобы понять умственную работоспособность детей в течение учебного года, использовались корректурные пробы по таблицам В. Я. Анфимова [113]: 1-й, 3-й и 5-й уроки в начале и в конце недели в начале и в конце каждой четверти. Для оценки уровня тревожности и избирательного внимания населения задействовали среди детей разработанную А. М. Прихожан шкалу личностной тревожности и методику Гюго Мюнстенберга соответственно, а среди взрослых – методики Ч. Д. Спилберга и В. П. Соломина («расстановка чисел») соответственно [32, 44]. Сделаны вычисления абсолютных и относительных величин, расчет средних величин, их ошибок. Определены достоверность различий, коэффициент ранговой корреляции ρ Спирмена. Проведены тест Манна-Уитни, линейный регрессионный анализ с \log_2 -трансформацией. Статистический анализ и визуализация полученных данных выполнены с помощью среды для статистических вычислений R 4.2.2 (R Foundation for Statistical Computing) (Вена, Австрия) [58].

IV этап включал установление с помощью линейного регрессионного анализа группы пищевых продуктов – предикторов повышения обеспеченности селеном и йодом в Республике Татарстан.

V этап подразумевал разработку тактики профилактических мероприятий по снижению селено- и йододефицитных состояний у населения с оценкой их

эффективности на примере Республики Татарстан, включая оптимизацию рациона питания на основе разработанной прогностической модели с учетом выявленных предикторов, повышающих обеспеченность детей и взрослых селеном и йодом. Производились вычисление абсолютных и относительных величин, расчет средних величин, их ошибок, линейный регрессионный анализ с \log_2 -трансформацией.

2.2.1. Статистический анализ материалов исследования

Описательные статистики для количественных переменных представлены в виде среднего (стандартное отклонение) и медианы (1-й и 3-й квартили). При их сравнении использовался тест Манна-Уитни. Различие считали статистически значимым при $p < 0,05$ [60].

Чтобы выяснить взаимосвязи между изученными показателями, проводили корреляционный анализ по методу Спирмена с соответствующим 95% доверительным интервалом.

Оценка накопления селена в волосах населения велась в средних значениях (25–75-центильный интервал) [81]. За средние или условно нормальные величины принимаются значения, выявленные у той части здоровых людей данного возраста, попадающие в интервал от 25-го до 75-го центиля [81, 94].

В ходе регрессионного анализа использовались соответствующие линейные модели. Регрессоры с правосторонней асимметрией выборочного распределения включались в модели после \log_2 -трансформации (в качестве порогового значения выступал коэффициент асимметрии, равный 1,96). Ассоциацию считали статистически значимой при $p < 0,05$.

ГЛАВА 3. АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

3.1. Анализ распространенности заболеваний населения Республики Татарстан в целом и Лениногорского района Республики Татарстан в частности

В период 2013–2022 гг. отмечена тенденция к увеличению показателя распространенности заболеваний эндокринной системы и заболеваний, связанных с нарушением питания (ЗЭС) на 100 тыс. населения среди детей 0–14 лет по РТ на 90%, в Лениногорском районе РТ – 145% (Рисунок 1), а среди лиц старше 18 лет – 46,8 и 26,5% соответственно.

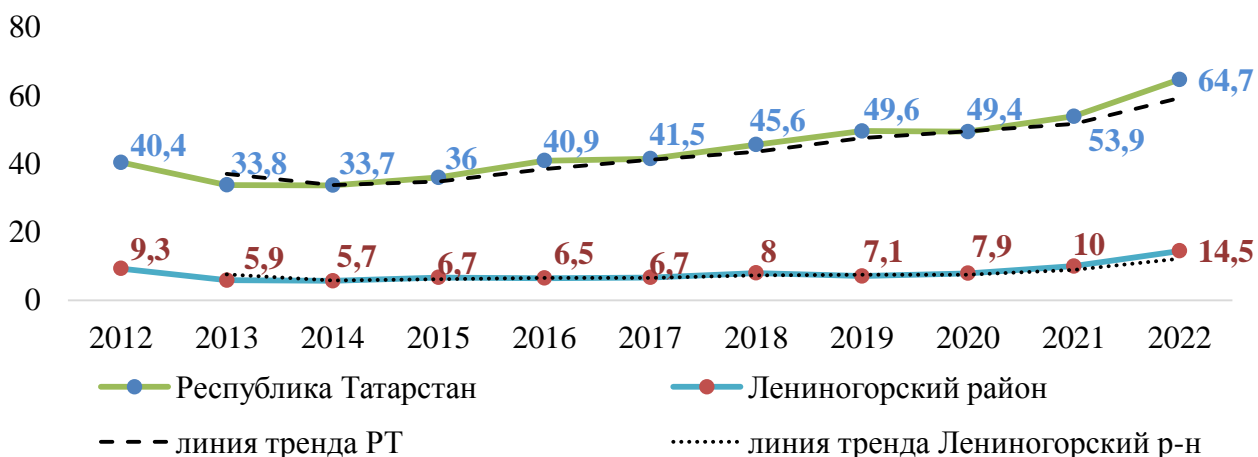


Рисунок 1 – Динамика распространенности ЗЭС, среди детей 0–14 лет, на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.

В среднем распространенность ЗЭС среди детей до 14 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивалась на 7,5%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $74,99 \text{ }^0_{/0000}$ (Таблица 2), что на 67% выше среднемноголетнего показателя при высоком коэффициенте аппроксимации $R^2 = 0,894$.

Таблица 2 – Распространенность ЗЭС среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	33,8	-6,6	-16,34	83,66	0,404	100
2014	33,7	-0,099	-0,30	99,70	0,338	99,70
2015	36	2,3	6,82	106,82	0,337	106,51
2016	40,9	4,9	13,61	113,61	0,360	121,01
2017	41,5	0,6	1,47	101,47	0,409	122,78
2018	45,6	4,1	9,88	109,88	0,415	134,91
2019	49,6	4	8,77	108,77	0,456	146,75
2020	49,4	-0,2	-0,40	99,60	0,496	146,15
2021	53,9	4,5	9,11	109,11	0,494	159,47
2022	64,7	10,8	20,04	120,04	0,539	191,42
2025	74,99					221,86

В среднем распространенность ЗЭС среди детей до 14 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивалась на 10,5%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 17,38⁰/₁₀₀₀₀ (Таблица 3), что в 2,2 раза выше среднесноголетнего показателя при достаточно высокой точности прогноза ($R^2 = 0,920$).

Таблица 3 – Распространенность ЗЭС среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	5,9	-3,4	-36,56	63,44	0,093	100
2014	5,7	-0,2	-3,39	96,61	0,059	96,61
2015	6,7	1	17,54	117,54	0,057	113,56
2016	6,5	-0,2	-2,99	97,01	0,067	110,17
2017	6,7	0,2	3,08	103,08	0,065	113,56
2018	8	1,3	19,40	119,40	0,067	135,59
2019	7,1	-0,9	-11,25	88,75	0,080	120,34
2020	7,9	0,8	11,27	111,27	0,071	133,90
2021	10	2,1	26,58	126,58	0,079	169,49
2022	14,5	4,5	45	145	0,100	245,76
2025	17,38					294,60

Значения распространенности ЗЭС среди лиц старше 18 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивались на 4,4%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина распространенности ЗЭС составит 108,54⁰/₁₀₀₀₀ (Таблица 4), что на 62,5% выше среднесноголетнего показателя с точностью прогноза $R^2 = 0,942$.

Таблица 4 – Распространенность ЗЭС среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	66,8	5,2	8,44	108,44	0,616	100
2014	69,8	3	4,49	104,49	0,668	104,49
2015	77	7,2	15,27	110,32	0,698	115,27
2016	83,3	6,3	24,70	108,18	0,770	124,70
2017	84,4	1,1	26,35	101,32	0,833	126,35
2018	82,1	-2,3	22,90	97,27	0,844	122,90
2019	86,4	4,3	29,34	105,24	0,821	129,34
2020	83,3	-3,1	24,70	96,41	0,864	124,70
2021	87,6	4,3	31,14	105,16	0,833	131,14
2022	98,1	10,5	46,86	111,99	0,876	146,86
2025	108,54					162,48

В среднем значение распространенности ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивалось на 3%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 122,12 ⁰/₀₀₀₀, что на 17,3% выше среднегодовалого показателя, при этом коэффициент аппроксимации составил $R^2 = 0,890$ (Таблица 5).

Таблица 5 – Распространенность ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	86,8	3,9	4,70	104,70	0,829	100
2014	85,2	-1,6	-1,84	98,16	0,868	98,16
2015	97	11,8	13,85	113,85	0,852	111,75
2016	102,3	5,3	5,46	105,46	0,970	117,86
2017	114,1	11,8	11,53	111,53	1,023	131,45
2018	107,8	-6,3	-5,52	94,48	1,141	124,19
2019	113,3	5,5	5,10	105,10	1,078	130,53
2020	109,8	-3,5	-3,09	96,91	1,133	126,50
2021	111,4	1,6	1,46	101,46	1,098	128,34
2022	113,3	1,9	1,71	101,71	1,114	130,53
2025	122,12					140,70

В структуре ЗЭС за период 2013–2022 гг., по данным статистических отчетных форм Министерства здравоохранения РТ, отмечено снижение распространенности ЙДЗ : синдрома врожденной йодной недостаточности;

эндемического зоба, связанного с йодной недостаточностью; субклинического гипотиреоза вследствие йодной недостаточности и других форм гипотиреоза – на 100 тыс. населения по РТ среди лиц старше 18 лет на 2,7%, в Лениногорском районе РТ – 10%, а среди детей 0–14 лет по РТ этот показатель увеличился на 170%, тогда как в Лениногорском районе РТ, напротив, снизился на 16,7% (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Динамика распространенности ЙДЗ среди детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.

Распространенность ЙДЗ среди детей 0–14 лет в РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивалась в среднем на 11,7%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $565,4 \text{ }^0_{/0000}$, что в 2,2 раза выше среднегодовалого показателя при $R^2 = 0,875$ (Таблица 6).

Таблица 6 – Распространенность ЙДЗ среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, $^0_{/0000}$	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	173	-15,9	-8,42	91,58	1,889	100
2014	180,8	7,8	4,51	104,51	1,730	104,51
2015	213,3	32,5	17,98	117,98	1,808	123,29
2016	270,6	57,3	26,86	126,86	2,133	156,42
2017	83,4	-187,2	-69,18	30,82	2,706	48,21
2018	59,7	-23,7	-28,42	71,58	0,834	34,51

Продолжение Таблицы 6

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2019	293,3	233,6	391,29	491,29	0,597	169,54
2020	335,1	41,8	14,25	114,25	2,933	193,70
2021	415,1	80	23,87	123,87	3,351	239,94
2022	467,3	52,2	12,58	112,58	4,151	270,12
2025	565,4					326,82

Значения распространенности ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. в среднем сокращались на 2,0%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $90,7 \text{ }^0_{/0000}$, что на 10% ниже среднемноголетнего показателя при $R^2 = 0,742$ (Таблица 7).

Таблица 7 – Распространенность ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	115,5	0,3	0,26	100,26	1,152	100
2014	117,04	1,54	1,33	101,33	1,155	101,33
2015	129,4	12,36	10,56	110,56	1,1704	112,03
2016	102,3	-27,1	-20,94	79,06	1,294	88,57
2017	88,6	-13,7	-13,39	86,61	1,023	76,71
2018	76,2	-12,4	-14	86	0,886	65,97
2019	84,6	8,4	11,02	111,02	0,762	73,25
2020	100,2	15,6	18,44	118,44	0,846	86,75
2021	94,1	-6,1	-6,09	93,91	1,002	81,47
2022	96,2	2,1	2,23	102,23	0,941	83,29
2025	90,78					78,60

Показатель распространенности ЙДЗ среди лиц старше 18 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно сокращался на 0,3%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $731,79 \text{ }^0_{/0000}$, что на 15,0% выше среднемноголетнего показателя с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,894$ (Таблица 8).

Таблица 8 – Распространенность ИДЗ среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	759	58,4	8,34	108,34	7,006	100
2014	570,3	-188,7	-24,86	75,14	7,590	75,14
2015	548,4	-21,9	-3,84	96,16	5,703	72,25
2016	557,1	8,7	1,59	101,59	5,484	73,40
2017	577,1	20	3,59	103,59	5,571	76,03
2018	603,1	26	4,51	104,51	5,771	79,46
2019	654,7	51,6	8,56	108,56	6,031	86,26
2020	667,1	12,4	1,89	101,89	6,547	87,89
2021	681,2	14,1	2,11	102,11	6,671	89,75
2022	738,6	57,4	8,43	108,43	6,812	97,31
2025	731,79					96,40

Распространенность ИДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно сокращалась в среднем на 1,2%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 529,91 ‰, что на 0,9% ниже среднееголетнего показателя с высокой степенью точности $R^2 = 0,884$ (Таблица 9).

Таблица 9 – Распространенность ИДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	610,1	55,8	10,07	110,07	5,543	100
2014	556,3	-53,8	-8,82	91,18	6,101	91,18
2015	608,5	52,2	9,38	109,38	5,563	99,74
2016	665,9	57,4	9,43	109,43	6,085	109,15
2017	574,7	-91,2	-13,7	86,3	6,659	94,20
2018	589,9	15,2	2,64	102,64	5,747	96,69
2019	631,48	41,58	7,05	107,05	5,899	103,50
2020	547,5	-83,98	-13,3	86,7	6,3148	89,74
2021	547,6	0,1	0,018	100,02	5,475	89,76
2022	547,7	0,1	0,018	100,02	5,476	89,77
2025	529,91					86,90

Помимо вышеуказанного, увеличился в 2022 году на 72,7 % показатель распространенности ожирения на 100 тыс. населения среди лиц старше 18 лет по РТ, в Лениногорском районе РТ – 139%, а среди детей 0–14 лет – 98% и 38,7% в сравнении с 2013 годом соответственно (Рисунок 3).

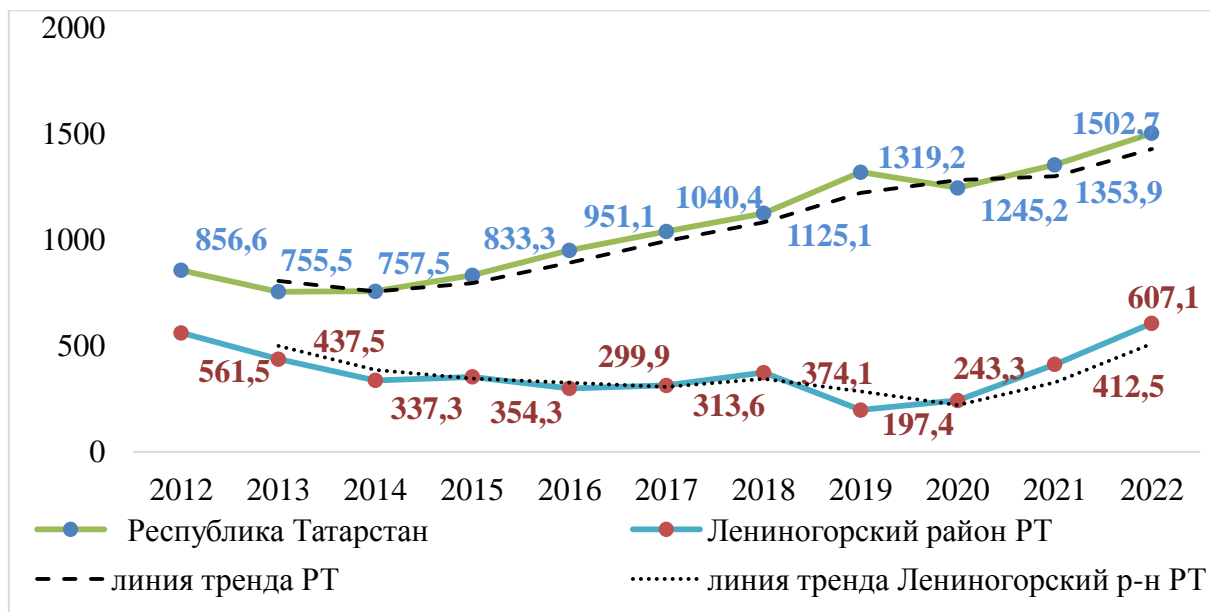


Рисунок 3 – Динамика распространенности ожирения среди детей 0-14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.

Показатель распространенности ожирения среди детей 0–14 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. в среднем ежегодно увеличивался на 7,9%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 1751,76⁰/₀₀₀₀, что на 61,0% выше среднемноголетнего показателя при $R^2 = 0,912$ (Таблица 10).

Таблица 10 – Распространенность ожирения среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	755,5	-101,1	-11,80	88,20	8,566	100
2014	757,5	2	0,26	100,26	7,555	100,26
2015	833,3	75,8	10,01	110,01	7,575	110,30
2016	951,1	117,8	14,14	114,14	8,333	125,89
2017	1040,4	89,3	9,39	109,39	9,511	137,71
2018	1125,1	84,7	8,14	108,14	10,404	148,92
2019	1319,2	194,1	17,25	117,25	11,251	174,61
2020	1245,2	-74	-5,61	94,39	13,192	164,82
2021	1353,9	108,7	8,73	108,73	12,452	179,21
2022	1502,7	148,8	10,99	110,99	13,539	198,90
2025	1751,76					231,80

В среднем распространенность ожирения среди детей до 14 лет в Лениногорском районе РТ ежегодно увеличивалась на 3,7%. Значение данного показателя, полученное в результате моделирования, свидетельствует об

увеличении заболеваний в указанной нозологической группе и с высокой точностью прогнозирования ($R^2 = 0,948$) составит 663,62⁰/₀₀₀₀ на 2025 год, что на 85,5% выше среднемноголетнего показателя (Таблица 11).

Таблица 11 – Распространенность ожирения среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	437,5	-124	-22,08	77,92	5,615	100
2014	337,3	-100,2	-22,90	77,10	4,375	77,10
2015	354,3	17	5,04	105,04	3,373	80,98
2016	299,9	-54,4	-15,35	84,65	3,543	68,55
2017	313,6	13,7	4,57	104,57	2,999	71,68
2018	374,1	60,5	19,29	119,29	3,136	85,51
2019	197,4	-176,7	-47,23	52,77	3,741	45,12
2020	243,3	45,9	23,25	123,25	1,974	55,61
2021	412,5	169,2	69,54	169,54	2,433	94,29
2022	607,1	194,6	47,18	147,18	4,125	138,77
2025	663,62					151,68

В среднем распространенность ожирения среди лиц старше 18 лет по РТ ежегодно увеличивалась на 6,3%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 1313,83⁰/₀₀₀₀, что на 60,1% выше среднемноголетнего показателя с точностью прогноза $R^2 = 0,920$ (Таблица 12).

Таблица 12 – Распространенность ожирения среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	666,9	189	39,55	139,55	4,779	100
2014	712,6	45,7	6,85	106,85	6,669	106,85
2015	801,1	88,5	12,42	112,42	7,126	120,12
2016	882,2	81,1	10,12	110,12	8,011	132,28
2017	928,7	46,5	5,27	105,27	8,822	139,26
2018	959	30,3	3,26	103,26	9,287	143,80
2019	788,4	-170,6	-17,79	82,21	9,590	118,22
2020	677,2	-111,2	-14,10	85,90	7,884	101,54
2021	640,1	-37,1	-5,48	94,52	6,772	95,98
2022	1152,1	512	79,99	179,99	6,401	172,75
2025	1313,83					197,01

В среднем распространенность ожирения среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ ежегодно увеличивалась на 10,2%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 1279,73⁰/₀₀₀₀, что в 2 раза выше среднемноголетнего показателя с точностью прогноза $R^2 = 0,942$ (Таблица 13).

Таблица 13 – Распространенность ожирения среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	446,8	-1,9	-0,42	99,58	4,487	100
2014	445,06	-1,74	-0,39	99,61	4,468	99,61
2015	599,6	154,54	34,72	134,72	4,4506	134,20
2016	701,7	102,1	17,03	117,03	5,996	157,05
2017	633,6	-68,1	-9,71	90,29	7,017	141,81
2018	628,7	-4,9	-0,77	99,23	6,336	140,71
2019	623,7	-5	-0,8	99,2	6,287	139,59
2020	677,05	53,35	8,55	108,55	6,237	151,53
2021	649,3	-27,75	-4,1	95,9	6,7705	145,32
2022	1071,5	422,2	65,02	165,02	6,493	239,82
2025	1279,73					286,40

3.2. Анализ первичной заболеваемости населения Республики Татарстан в целом и Лениногорского района Республики Татарстан в частности

Анализ неинфекционной заболеваемости среди взрослого и детского населения по официальным данным Федеральной службы государственной статистики РТ за период 2012–2022 гг. выявил рост показателей впервые установленных НИЗ на 100 тыс. человек по РТ на 9,1%, а в Лениногорском районе РТ, наоборот, снижение на 9,7%.

В структуре первичной НИЗ, согласно официальным данным Федеральной службы государственной статистики РФ и РТ, в 2022 году показатель заболеваемости органов пищеварения (ЗОП) на 1 000 человек уменьшился по РФ на 22,7% среди всего населения и 41,9% среди детей до 14 лет; по РТ он увеличился на 4,2% среди всего населения, тогда как среди детей 0–14 лет

снизился на 11,3%; в Лениногорском районе РТ отмечено снижение в 2,3 раза и 4,9 раза в сравнении с 2013 годом соответственно (Рисунки 4 и 5).

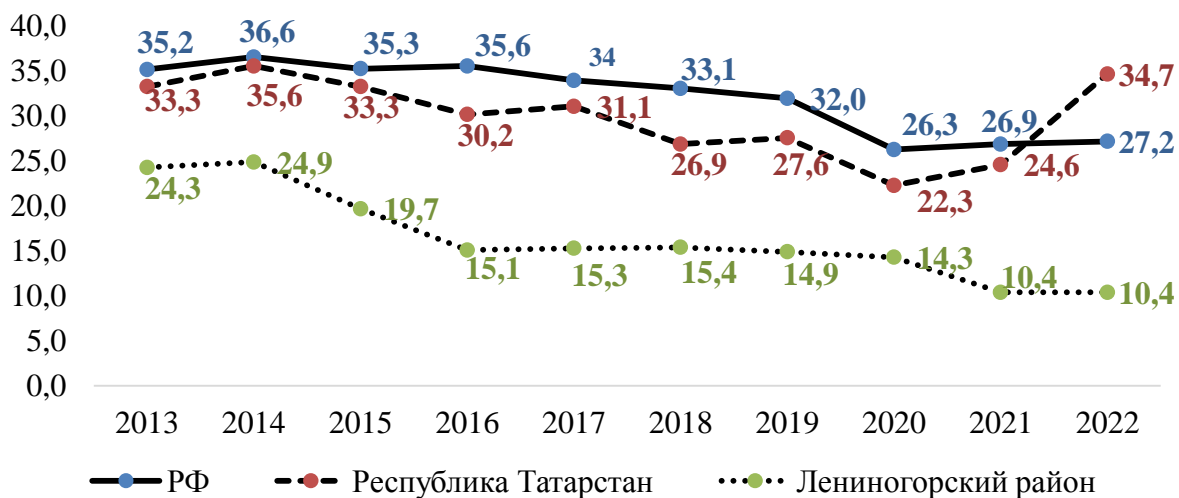


Рисунок 4 – Динамика первичной заболеваемости органов пищеварения среди всего населения на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.

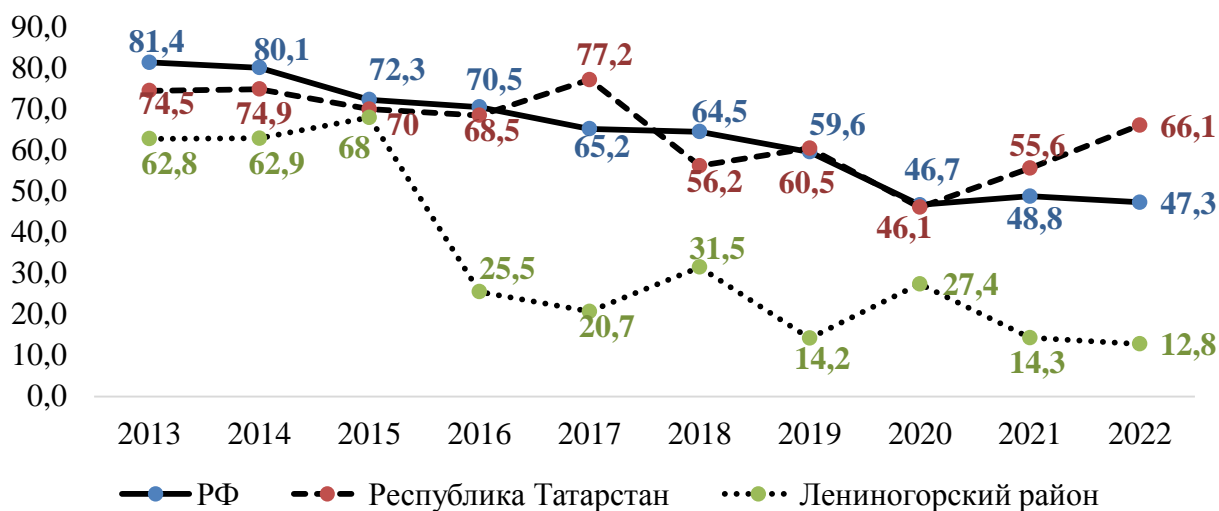


Рисунок 5 – Динамика первичной заболеваемости органов пищеварения среди детей 0–14 лет, на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.

Кроме того, впервые установленные ЗЭС, в том числе ожирение, сахарный диабет, ЙДЗ и др., в 2022 году увеличились на 1 000 населения по РФ в целом на 9,5%, в то время как среди детей 0–14 лет отмечено снижение на 13,8%. Что касается РТ в целом и Лениногорского района РТ в частности, то среди детей до

14 лет данный показатель увеличился на 66,09 и 100% соответственно в сравнении с 2013 годом (Рисунок 6, Таблицы 14 и 15), среди лиц старше 18 лет по РТ зафиксировано увеличение на 18,6%, а в Лениногорском районе РТ, напротив, снижение на 57% (Таблицы 16 и 17).

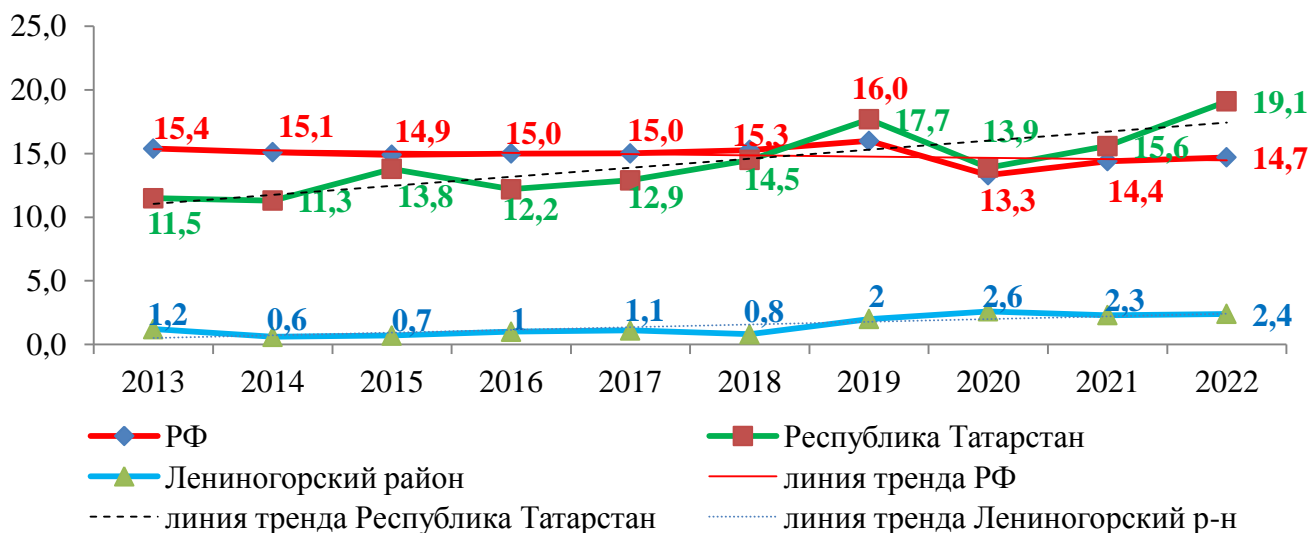


Рисунок 6 – Динамика впервые установленных ЗЭС среди детей 0–14 лет, на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.

В среднем первичная ЗЭС среди детей 0–14 лет ежегодно увеличивалась на 5,8%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина по РТ составит 21,62⁰/₁₀₀ (Таблица 14), что на 51,7% выше среднемноголетнего показателя при коэффициенте аппроксимации $R^2 = 0,940$.

Таблица 14 – Впервые установленные ЗЭС среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 1 000 чел.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	11,5	-4,4	-27,67	72,33	0,159	100
2014	11,3	-0,2	-1,74	98,26	0,115	98,26
2015	13,8	2,5	22,12	122,12	0,113	120
2016	12,2	-1,6	-11,59	88,41	0,138	106,09
2017	12,9	0,7	5,74	105,74	0,122	112,17
2018	14,5	1,6	12,40	112,40	0,129	126,09
2019	17,7	3,2	22,07	122,07	0,145	153,91
2020	13,9	-3,8	-21,47	78,53	0,177	120,87
2021	15,6	1,7	12,23	112,23	0,139	135,65
2022	19,1	3,5	22,44	122,44	0,156	166,09
2025	21,62					188

В среднем первичная ЗЭС среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ ежегодно увеличивалась на 8,0%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 2,79⁰/₁₀₀ (Таблица 15), что на 89,8% выше среднееголетнего показателя с достаточно высокой точностью прогноза $R^2 = 0,952$.

Таблица 15 – Впервые установленные ЗЭС среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 1 000 чел.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	1,2	-8,1	-87,1	12,9	0,093	100
2014	0,6	-0,6	-50	50	0,012	50
2015	0,7	0,1	16,67	116,67	0,006	58,33
2016	1	0,3	42,86	142,86	0,007	83,33
2017	1,1	0,1	10	110	0,010	91,67
2018	0,8	-0,3	-27,27	72,73	0,011	66,67
2019	2	1,2	150	250	0,008	166,67
2020	2,6	0,6	30	130	0,020	216,67
2021	2,3	-0,3	-11,54	88,46	0,026	191,67
2022	2,4	0,1	4,35	104,35	0,023	200
2025	2,79					232,50

Среднее значение первичной ЗЭС среди лиц старше 18 лет в РТ с 2013 по 2022 гг. составило 1,9%. Прогнозируемый показатель первичной заболеваемости щитовидной железой, связанной с йодной недостаточностью, на 2025 год составит 9,38⁰/₁₀₀ (Таблица 16), что находится на уровне среднееголетнего показателя с точностью прогноза $R^2 = 0,894$.

Таблица 16 – Впервые установленные ЗЭС среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 1 000 чел.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	7,5	1,2	19,05	119,05	0,063	100
2014	8,9	1,4	18,67	118,67	0,075	118,67
2015	9,2	0,3	3,37	103,37	0,089	122,67
2016	12,6	3,4	36,96	136,96	0,092	168
2017	12,1	-0,5	-3,97	96,03	0,126	161,33
2018	8,9	-3,2	-26,45	73,55	0,121	118,67
2019	10,1	1,2	13,48	113,48	0,089	134,67
2020	7	-3,1	-30,69	69,31	0,101	93,33

Продолжение Таблицы 16

Год	Показатель на 1 000 чел.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2021	8	1	14,29	114,29	0,070	106,67
2022	8,9	0,9	11,25	111,25	0,080	118,67
2025	9,38					125

В среднем значение первичной ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. сокращалось на 9,0%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 2,08 ‰ (Таблица 17), что втрое ниже среднесноголетнего показателя при невысокой точности прогноза ($R^2 = 0,407$).

Таблица 17 – Впервые установленные ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 1 000 чел.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	8,6	3,6	72	100	0,050	100
2014	8,5	-0,1	-1,16	98,84	0,086	98,84
2015	7,2	-1,3	-15,29	84,71	0,085	83,72
2016	9,8	2,6	36,11	136,11	0,072	113,95
2017	6,2	-3,6	-36,73	63,27	0,098	72,09
2018	7,4	1,2	19,35	119,35	0,062	86,05
2019	5,5	-1,9	-25,68	74,32	0,074	63,95
2020	5,1	-0,4	-7,27	92,73	0,055	59,30
2021	5,8	0,7	13,73	113,73	0,051	67,44
2022	3,7	-2,1	-36,21	63,79	0,058	43,02
2025	2,08					24,10

Анализ структуры ЗЭС за период 2013–2022 гг. по данным статистических отчетных форм Министерства здравоохранения РТ выявил снижение впервые установленных ЙДЗ (синдром врожденной йодной недостаточности; эндемический зоб, связанный с йодной недостаточностью; субклинический гипотиреоз вследствие йодной недостаточности и другие формы гипотиреоза) на 100 тыс. населения по РТ среди лиц старше 18 лет на 15%, в Лениногорском районе РТ – 33,6%, а среди детей 0–14 лет зафиксировано увеличение данного показателя в 1,9 раза (Рисунок 7, Таблица 18).

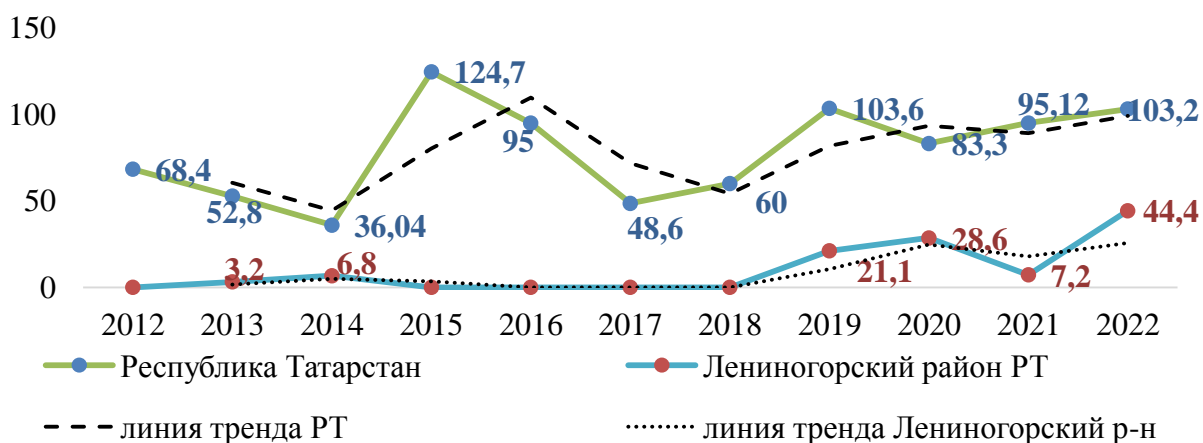


Рисунок 7 – Динамика впервые установленных ЙДЗ среди детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.

В среднем значение впервые установленных ЙДЗ среди детей 0–14 лет по РТ ежегодно увеличивалось с 2013 по 2022 гг. на 7,7%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $120 \text{ }^0_{/0000}$ (Таблица 18), что в 49,5% выше среднемноголетнего показателя с высокой степенью точности прогноза $R^2 = 0,931$.

Таблица 18 – Впервые установленные ЙДЗ среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, $^0_{/0000}$	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	52,8	-15,6	-22,81	77,19	0,684	100
2014	36,04	-16,76	-31,74	68,26	0,528	68,26
2015	124,7	88,66	246	346	0,3604	236,17
2016	95	-29,7	-23,82	76,18	1,247	179,92
2017	48,6	-46,4	-48,84	51,16	0,95	92,05
2018	60	11,4	23,46	123,46	0,486	113,64
2019	103,6	43,6	72,67	172,67	0,6	196,21
2020	83,3	-20,3	-19,59	80,41	1,036	157,77
2021	95,12	11,82	14,19	114,19	0,833	180,15
2022	103,2	8,08	8,49	108,49	0,9512	195,45
2025	120					227,27

Значение впервые установленных ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. увеличивалось на 33,9%. При моделировании этот показатель на 2025 год составил $58,14 \text{ }^0_{/0000}$ (Таблица 19), что

в 5 раз выше среднегодовалого показателя при коэффициенте аппроксимации $R^2 = 0,420$.

Таблица 19 – Впервые установленные ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	3,2	3,2	-	100	0	100
2014	6,8	3,6	112,5	212,5	0,032	212,5
2015	0	-6,8	-100	0	0,068	0
2016	0	0	-	-	0	0
2017	0	0	-	-	0	0
2018	0	0	-	-	0	0
2019	21,1	21,1	-	-	0	659,38
2020	28,6	7,5	35,55	135,55	0,211	893,75
2021	7,2	-21,4	-74,83	25,17	0,286	225
2022	44,4	37,2	516,67	616,67	0,072	1387,5
2025	58,14					1816,8

Ежегодно первичная заболеваемость ЩЖ, связанная с йодной недостаточностью, среди лиц старше 18 лет в РТ с 2013 по 2022 гг. в среднем сокращалась на 1,8%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит $64,51 \text{‰}$ (Таблица 20), что на 11,1% выше среднегодовалого показателя при $R^2 = 0,874$.

Таблица 20 – Впервые установленные ЙДЗ среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ‰	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	80,5	6,8	9,23	109,23	0,737	100
2014	55,2	-25,3	-31,43	68,57	0,805	68,57
2015	59,4	4,2	7,61	107,61	0,552	73,79
2016	61,5	2,1	3,54	103,54	0,594	76,40
2017	55,1	-6,4	-10,41	89,59	0,615	68,45
2018	43,6	-11,5	-20,87	79,13	0,551	54,16
2019	55,5	11,9	27,29	127,29	0,436	68,94
2020	54,8	-0,7	-1,26	98,74	0,555	68,07
2021	46,5	-8,3	-15,15	84,85	0,548	57,76
2022	68,5	22	47,31	147,31	0,465	85,09
2025	64,51					80,13

В среднем значение впервые установленных ЙДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно сокращалось на 4,5%.

Прогнозируемая на 2025 год величина составит $5,56 \text{ }^0/0000$ (Таблица 21), что на 0,9% выше среднесноголетнего показателя при низком коэффициенте аппроксимации $R^2 = 0,322$.

Таблица 21 – Впервые установленные ЙДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, $^0/0000$	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	10,1	-7,2	-41,62	58,38	0,173	100
2014	7,3	-2,8	-27,72	72,28	0,101	72,28
2015	4,4	-2,9	-39,73	60,27	0,073	43,56
2016	3	-1,4	-31,82	68,18	0,044	29,70
2017	7,5	4,5	150	250	0,030	74,26
2018	3,05	-4,45	-59,33	40,67	0,075	30,20
2019	3,1	0,05	1,64	101,64	0,0305	30,69
2020	4,6	1,5	48,39	148,39	0,031	45,54
2021	6,3	1,7	36,96	136,96	0,046	62,38
2022	6,7	0,4	6,35	106,35	0,063	66,34
2025	5,56					55,04

Кроме того, отмечается увеличение показателей первичной заболеваемости ожирением на 100 тыс. населения среди детей 0–14 лет по РТ вдвое, а в Лениногорском районе РТ снижение в 2,3 раза (Рисунок 8). Среди лиц старше 18 лет по РТ данный показатель вырос в 1,5 раза, а в Лениногорском районе РТ уменьшился в 2,6 раза.

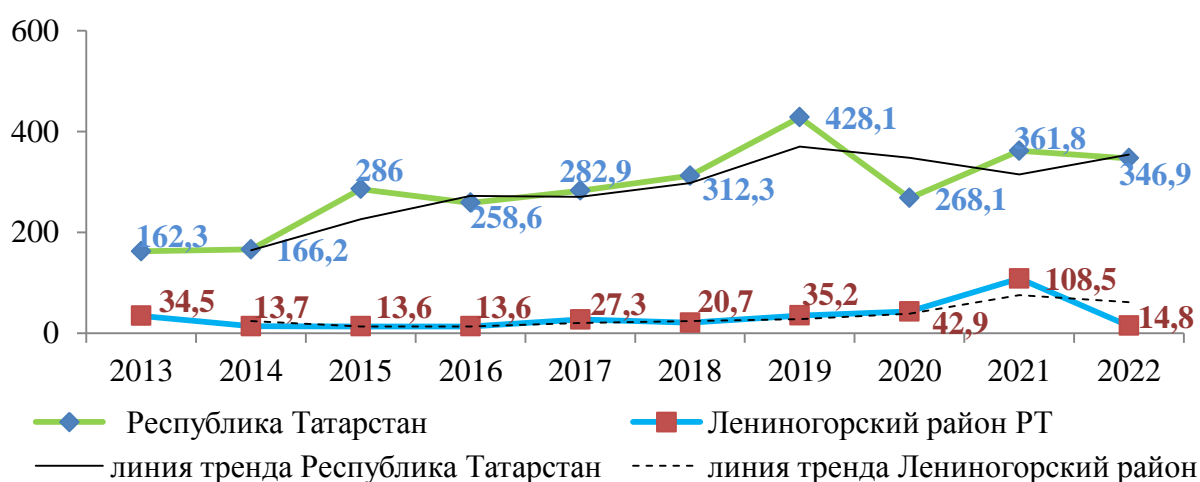


Рисунок 8 – Динамика первичной заболеваемости ожирением среди детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.

В среднем первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивалась на 8,8%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 408,43 ⁰/₀₀₀₀ (Таблица 22), что на 42,16% выше среднемноголетнего показателя при $R^2 = 0,904$.

Таблица 22 – Первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	162,3	-64,1	-28,31	71,69	2,264	100
2014	166,2	3,9	2,40	102,40	1,623	102,40
2015	286	119,8	72,08	172,08	1,662	176,22
2016	258,6	-27,4	-9,58	90,42	2,860	159,33
2017	282,9	24,3	9,40	109,40	2,586	174,31
2018	312,3	29,4	10,39	110,39	2,829	192,42
2019	428,1	115,8	37,08	137,08	3,123	263,77
2020	268,1	-160	-37,37	62,63	4,281	165,19
2021	361,8	93,7	34,95	134,95	2,681	222,92
2022	346,9	-14,9	-4,12	95,88	3,618	213,74
2025	408,43					251,60

В среднем первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно сокращалась на 9%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 10,61 ⁰/₀₀₀₀ (Таблица 23), что втрое ниже среднемноголетнего показателя при невысокой точности прогноза ($R^2 = 0,406$).

Таблица 23 – Первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	34,5	-160	-82,26	17,74	1,945	100
2014	13,7	-20,8	-60,29	39,71	0,345	39,71
2015	13,6	-0,1	-0,73	99,27	0,137	39,42
2016	13,6	0	0	100	0,136	39,42
2017	27,3	13,7	100,74	200,74	0,136	79,13
2018	20,7	-6,6	-24,18	75,82	0,273	60
2019	35,2	14,5	70,05	170,05	0,207	102,03
2020	42,9	7,7	21,88	121,88	0,352	124,35
2021	108,5	65,6	152,91	252,91	0,429	314,49
2022	14,8	-93,7	-86,36	13,64	1,085	42,90
2025	10,61					30,80

Значения первичной заболеваемости ожирением среди лиц старше 18 лет по РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно увеличивались на 4,5%, а путем моделирования полученный прогнозируемый показатель на 2025 год составил 130,09⁰/₁₀₀₀₀ (Таблица 24), что находится на уровне среднееголетнего показателя с невысокой точностью прогноза $R^2 = 0,468$.

Таблица 24 – Первичная заболеваемость ожирением среди лиц старше 18 лет по РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	79,3	26,3	49,62	149,62	0,530	100
2014	128,6	49,3	62,17	162,17	0,793	162,17
2015	170,7	42,1	32,74	132,74	1,286	215,26
2016	212,6	41,9	24,55	124,55	1,707	268,10
2017	152,5	-60,1	-28,27	71,73	2,126	192,31
2018	143	-9,5	-6,23	93,77	1,525	180,33
2019	156	13	9,09	109,09	1,430	196,72
2020	93,2	-62,8	-40,26	59,74	1,560	117,53
2021	79,7	-13,5	-14,48	85,52	0,932	100,50
2022	117,4	37,7	47,30	147,30	0,797	148,05
2025	130,09					164,04

В среднем первичная заболеваемость ожирением среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ с 2013 по 2022 гг. ежегодно сокращалась на 10,4%. Ее прогнозируемая на 2025 год величина составит 70,29⁰/₁₀₀₀₀ (Таблица 25), что на 60,1% ниже среднееголетнего показателя при невысокой точности прогноза $R^2 = 0,412$.

Таблица 25 – Первичная заболеваемость ожирением среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, ⁰ / ₁₀₀₀₀	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2013	247,5	244,7	8739,29	8839,29	0,028	100
2014	509,4	261,9	105,82	205,82	2,475	205,82
2015	79,5	-429,9	-84,39	15,61	5,094	32,12
2016	153,7	74,2	93,33	193,33	0,795	62,10
2017	43,7	-110	-71,57	28,43	1,537	17,66
2018	15,3	-28,4	-64,99	35,01	0,437	6,18
2019	17,02	1,72	11,24	111,24	0,153	6,88
2020	3,11	-13,91	-81,73	18,27	0,1702	1,26

Продолжение Таблицы 25

Год	Показатель на 100 тыс.	Абсолютный прирост, $\frac{0}{0000}$	Темп прироста, %	Темп роста, %	Абсолютное значение 1% прироста	Показатель наглядности, %
2021	9,4	6,29	202,25	302,25	0,0311	3,80
2022	92,1	82,7	879,79	979,79	0,094	37,21
2025	70,29					28,40

Выводы:

1. Зафиксирована тенденция к подъему распространенности ЗЭС на 100 тыс. населения в 2022 году по РТ среди детей до 14 лет на 90%, тогда как в Лениногорском районе РТ – на 145%; среди взрослого населения (с 18 лет) – 46,8 и 26,5% в сравнении с 2013 годом соответственно.

2. За период 2013–2022 гг. по РТ снизилась распространенность ЙДЗ на 100 тыс. населения среди лиц старше 18 лет на 2,7%, в Лениногорском районе РТ – 10%. Среди детей 0–14 лет данный показатель увеличился по РТ на 170%, в Лениногорском районе снизился на 16,7%.

3. Распространенность ожирением на 100 тыс. населения по РТ выросла в анализируемый период 2013–2022 гг. среди лиц старше 18 лет на 72,7%, в Лениногорском районе РТ – 139%, а среди детей до 14 лет – 98 и 38,7% соответственно.

4. В 2013–2022 гг. отмечено увеличение впервые установленных ЗЭС среди взрослого населения (с 18 лет) по РТ на 18,6%, а в Лениногорском районе РТ снижение на 57%, тогда как среди детей 0–14 лет они выросли на 66,09 и 100% соответственно.

5. Впервые установленные ЙДЗ на 100 тыс. населения в 2022 году среди лиц старше 18 лет по РТ и Лениногорском районе РТ снизились на 15 и 33,6% соответственно, а среди детей 0–14 лет отмечается увеличение данного показателя на 90%.

6. Первичная заболеваемость ожирением на 100 тыс. населения увеличилась за 2013–2022 гг. среди детей 0–14 лет по РТ на 113%, а в Лениногорском районе РТ снизилась на 53%. Среди взрослого населения (с 18 лет) по РТ данный показатель вырос на 48%, а в Лениногорском районе РТ уменьшился на 63%.

ГЛАВА 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

4.1. Анализ рациона питания населения Лениногорского района Республики Татарстан

4.1.1. Оценка содержания селена и йода в рационе детей

Проведенное исследование выявило недостаточное содержание селена и йода в рационе у детского и взрослого населения. Сравнительный анализ количества селена в продовольственном сырье и в блюдах после термообработки по результатам лабораторных исследований показал, что обработка пищевых продуктов, приготовление пищи снижает его содержание в минтае в 20 раз, в яйце в 11 раз, в говядине в 8 раз, в крупе пшениной в 4 раза, в овощах в 1,6 раза, в крупе пшеничной на 10% (Таблица 26).

Таблица 26 – Содержание селена в продуктах Лениногорского района РТ до и после термообработки

Продукты	Содержание селена, <i>мкг</i> на 100 г	
	Справочные данные [99]	Результаты лабораторных исследований
Яйцо свежее	7–10	25
Яйцо вареное	нет	2
Морковь свежая	2,6	0,5
Морковь вареная	нет	0,3
Капуста свежая	15	0,7
Капуста вареная	нет	0,4
Свекла свежая	2,6	нет
Свекла вареная	нет	0,5
Картофель свежий	8,9	нет
Картофель отварной	нет	0,3
Говядина охлажденная	17,35	нет
Говядина отварная	нет	2
Птица охлажденная	14–22	нет
Птица отварная	нет	2
Рыба свежая	33–40	нет

Продолжение таблицы 26

Продукты	Содержание селена, мкг на 100 г	
	Справочные данные [99]	Результаты лабораторных исследований
Рыба отварная	нет	2
Сельдь малосоленая	нет	44,7
Мука пшеничная	6–10,8	нет
Хлеб пшеничный	15,2	4
Хлеб дарницкий	15,8–19	4,5
Крупа гречневая	21,6	нет
Гречневая каша на воде	нет	6
Пшено крупа	13,1	нет
Пшенная каша на воде	нет	1
Овсяные хлопья	15,4	нет
Овсяная каша на молоке	нет	12
Рис зерно	9,3	нет
Рисовая каша на молоке	нет	10
Ячмень зерно	11,8	нет
Перловая каша на воде	нет	8
Пшеница зерно	10,8–14,1	нет
Пшеничная каша на молоке	нет	8,5
Бразильский орех	1 900	1 300
Горох	4,1 ± 0,9	нет
Суп гороховый	нет	3
Макаронные изделия	21 ± 5,5	нет
Суп вермишелевый	нет	2,2
Творог 5% м. д. ж	12	10
Сыр 40% м. д. ж.	12,5	12
Молоко 2,5% м. д. ж.	2	2,6
Масло сливочное 72,5% м. д. ж.	-	1
Кисель из готового концентрата	нет	2
Компот из смеси сухофруктов	нет	2

По результатам мониторинга пищевой продукции в 76 торговых точках Лениногорского района РТ обнаружено, что только 60% от общего числа обследованных магазинов реализуют продукты, обогащенные йодом, но нет в них ни одного продукта, обогащенного селеном.

Анализ данных лабораторных исследований по фактическим рационам питания детского и взрослого населения на определение содержания пищевых веществ и энергетической ценности (ЭЦ) показал несущественные различия по белкам, жирам, углеводам и ЭЦ ($p > 0,05$) (Таблица 27).

Таблица 27 – Макронутриентный состав суточного рациона обследованного населения (лабораторный метод за 7 дней), $M \pm m$

Количество проб (n) суточных рационов	Количество пищевых веществ, энергетической ценности в суточном рационе населения			
	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	ЭЦ, ккал
Осенний период				
Дети 1-й группы (n = 280)	67,15 ± 5,5	85,6 ± 4,3	369,4 ± 22,6	2 385,5 ± 115,3
Дети 2-й группы (n = 287)	79,3 ± 5,4	78,6 ± 3,7	336,3 ± 21,5	2 268,7 ± 129,5
Взрослые 1-й группы (n = 560)	63,15 ± 5,5	84,6 ± 4,3	349,4 ± 22,6	2 336,5 ± 115,3
Взрослые 2-й группы (n = 420)	82,3 ± 5,4	73,6 ± 3,7	306,3 ± 21,5	2 258,7 ± 129,5
Зимний период				
Дети 1-й группы (n = 280)	65,4 ± 6,2	79,3 ± 4,1	380,0 ± 20,8	2 307,2 ± 103,5
Дети 2-й группы (n = 287)	78,1 ± 5,6	83,6 ± 3,8	345,5 ± 22,4	2 280,1 ± 101,2
Взрослые 1-й группы (n = 560)	65,25 ± 5,5	85,8 ± 4,3	356,4 ± 22,6	2 398,5 ± 115,3
Взрослые 2-й группы (n = 420)	84,3 ± 5,4	74,9 ± 3,7	296,3 ± 21,5	2 281,7 ± 129,5
Весенний период				
Дети 1-й группы (n = 280)	67,84 ± 5,2	77,4 ± 4,5	367,0 ± 21,2	2 382,7 ± 111,4
Дети 2-й группы (n = 287)	84,3 ± 6,1	81,8 ± 3,1	341,12 ± 22,3	2 273,1 ± 117,3
Взрослые 1-й группы (n = 560)	64,5 ± 5,5	83,4 ± 4,3	346,6 ± 22,6	2 343,5 ± 115,3
Взрослые 2-й группы (n = 420)	83,2 ± 5,4	72,1 ± 3,7	301,5 ± 21,5	2 215,4 ± 129,5

Согласно полученным данным, в рационе обследованных школьников обнаруживается недостаточное содержание селена в обеих группах – 64,5 и 94,5% от нормы соответственно (Таблица 28). Среднесуточное поступление микроэлемента с фактическим питанием у детей в 1-й группе составило < 25 мкг: в осенне-зимний период – 55 % случаев соответственно; весной – 46 % случаев. Проявлено также недостаточное среднесуточное поступление йода у детей в 1-й группе – 76,5% от нормы (Таблица 28).

Таблица 28 – Среднесуточное потребление школьниками с рационом питания микронутриентов, повышающих биодоступность селена, $M \pm m$

Микронутриенты	Содержание микронутриентов в среднесуточном рационе школьников			p
	НФП	1-я группа (n = 840 проб)	2-я группа (n = 861 проба)	
Витамин А, рет. экв.	900	718,2 ± 15,1	784,8 ± 13,5	<0,001
Витамин Е, мг ТЭ	12	11,6 ± 2,5	12,2 ± 2,2	>0,05
Витамин В ₂ , мг	1,5	1,37 ± 0,3	1,33 ± 0,18	>0,05
Витамин С, мг	70	52,43 ± 5,5	61,7 ± 4,8	<0,05
Селен, мкг	40	22,3 ± 2,5	37,8 ± 1,3	<0,05
Йод, мкг	130	99,5 ± 13,6	132,4 ± 12,4	<0,05

Примечание: n – количество рационов питания.

Микронутриентный состав рациона детей характеризуется в обеих группах существенной недостаточностью ($p < 0,001$) витамина А (79,8 и 87,2% соответственно), витамина С (74,9 и 88,2% соответственно), витамина В₂ (91,8 и 89,1% соответственно). Содержание витамина Е в рационах у обследованных подростков отвечает нормам.

Результаты расчетов среднесуточного продуктового набора, регламентируемого СанПиН 2.3/2.4.3590-20, применительно к рационам школьников в обеих группах представлены в таблице 29.

Таблица 29 – Характеристика продуктового набора суточного рациона детей, г/сут на одного ребенка

Наименование пищевой продукции	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Продуктовый набор среднесуточного рациона у детей		p
		1-я группа (n = 588), Me [25; 75]	2-я группа (n = 1106), Me [25; 75]	
Хлеб ржаной	120	67,8 [62,5; 70,1]	56,5 [52,5; 59,7]	>0,05
Хлеб пшеничный	200	121,3 [117,2; 125]	58,3 [53; 67]	<0,001
Мука пшеничная	20	33,7 [28; 39]	37,4 [35; 45]	>0,05
Крупы, бобовые	50	65,4 [61; 70]	58,3 [52; 65]	<0,001
Макаронные изделия	20	21,8 [15; 27]	31,1 [27; 37]	<0,05
Картофель	187	235,6 [223; 245]	122 [115; 135]	<0,001
Овощи, зелень	320	199,9 [182; 251]	177,35 [159; 187]	<0,001
Фрукты свежие	185	44,3 [42; 65]	158,3 [135; 167]	<0,001
Сухофрукты	20	10,1 [9; 12,6]	11 [9,1; 13,2]	>0,05
Соки плодовоовощные, напитки	200	57 [25; 75]	66,7 [62; 75]	>0,05
Мясо	78	27,24 [25; 75]	64,3 [59; 67,5]	>0,05
Субпродукты (печень, язык, сердце)	40	5,7 [25; 75]	4,5 [3,2; 7,5]	>0,05
Птица	53	54 [50; 64]	56,6 [52; 61]	>0,05
Рыба, в т. ч. филе слабо- или малосоленое	77	19,9 [15; 23]	42,45 [35; 45,7]	>0,05
Молоко < 2,5% м. д. ж.	350	89,5 [65; 96]	129 [118; 145]	<0,05
Кисломолочная продукция	180	28,5 [24; 35]	87,5 [82; 95]	<0,05
Творог < 5% м. д. ж.	60	31,5 [28,3; 37,5]	39 [31; 45]	<0,05
Сыр	15	5,1 [4,2; 7,6]	4,1 [3,5; 5,9]	>0,05
Сметана < 15% м. д. ж.	10	4,9 [4; 7]	6,7 [5,8; 7,5]	>0,05
Масло сливочное	35	12,8 [10; 15]	10,8 [8,5; 13]	>0,05

Продолжение Таблицы 29

Наименование пищевой продукции	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Продуктовый набор среднесуточного рациона у детей		p
		1-я группа (n = 588), Me [25; 75]	2-я группа (n = 1106), Me [25; 75]	
Масло растительное	18	11,3 [9,7; 14,7]	7,3 [5,6; 8,5]	>0,05
Яйцо	40	13 [10; 17]	13 [9; 18,5]	>0,05
Сахар	35	59 [52; 67]	56,7 [52; 65]	<0,001
Кондитерские изделия	15	34,2 [32,2; 37,7]	35,8 [32,5; 38,7]	<0,01
Колбасные изделия	-	24,28 [25; 75]	27,5 [25; 75]	>0,05

Примечание: Me – медиана, n – количество рационов питания

Сравнительный анализ среднесуточного продуктового набора рационов детей в обеих группах выявил недостаточное потребление мяса – 34,9 и 82,4%, рыбы – 25,8 и 55,1%, молока – 19,8 и 36,8%, кисломолочной продукции – 15,8 и 48,6%, фруктов свежих – 23,9 и 85,5% от рекомендуемого уровня потребления (РУП) соответственно. Помимо этого, в группе 1-й зафиксировано потребление указанных продуктов ниже в два и более раз, чем в группе 2-й, что может способствовать нарушению микробиоты и усвоения селена.

Следует обратить внимание на структуру белкового компонента в рационе детей: белок обеспечивал 13–15% суточного поступления энергии, что находится в пределах рекомендуемых величин 10–14% (Таблица 27), однако доля животного белка у детей в группе 1-й составила 27,14%, в группе 2-й – 41,34% (при норме не менее чем 50%).

Установлено превышение РУП в обеих группах по зерновым продуктам: муки пшеничной (за счет выпечки) на 68,5 и 87%, круп и бобовых на 30,8 и 16,6%, макаронных изделий на 9 и 55,5% соответственно. Одновременно выявлен переизбыток сахара на 68,5 и 62%, кондитерских изделий в 2,2 и 2,3 раза соответственно, что может способствовать также нарушению микробиоты и усвоения селена.

4.1.2. Оценка содержания селена и йода в рационе взрослых

В ежедневном рационе обследованного взрослого населения обнаруживается недостаточное содержание селена и йода в 1-й группе, а именно: у 42,5% лиц старше 18 лет – 54,1 и 65,4% от нормы соответственно. При этом среднесуточная энергетическая ценность и количество углеводов в обеих группах несущественно выше нормы, тогда как содержание белков и жиров было в пределах нормы (см. Таблицу 27).

Анализ микронутриентного состава рациона взрослого населения выявил в обеих группах недостаточность витамина А (89,7 и 84,9% соответственно), витамина В₂ (92 и 93,5% соответственно), витамина С (87,2 и 78,9% соответственно, $p=0,001$) (Таблица 30). Содержание витамина Е и метионина в рационах обследованных лиц старше 18 лет соответствует нормам.

В таблице 30 представлено среднесуточное потребление взрослым населением микронутриентов, которые повышают биодоступность селена.

Таблица 30 – Среднесуточное потребление микронутриентов среди взрослого населения, $M \pm m$

Микронутриенты	Содержание микронутриентов в среднесуточном рационе взрослого населения			p
	НФП	1-я группа (n = 1 680 проб)	2-я группа (n = 1 260 проб)	
Витамин А, <i>рет. экв.</i>	800–900	679,2 ± 17,7	717,6 ± 14,5	<0,001
Витамин Е, <i>мг ТЭ</i>	15	14,7 ± 2,6	15,4 ± 2,3	>0,05
Витамин В ₂ , <i>мг</i>	1,8	1,68 ± 0,4	1,6 ± 0,45	>0,05
Витамин С, <i>мг</i>	100	78,9 ± 6,5	87,2 ± 5,9	<0,05
Селен, <i>мкг</i>	55–70	29,8 ± 2,3	52,5 ± 1,7	<0,05
Йод, <i>мкг</i>	150	98,1 ± 11,5	128,1 ± 10,7	<0,05

Примечание: n – количество рационов питания.

Результаты расчетов среднесуточного продуктового набора рационов взрослого населения в зависимости от уровня обеспеченности селеном показаны в Таблице 31.

Таблица 31 – Характеристика продуктового набора суточного рациона взрослого населения, г/сут на одного человека

Наименование пищевой продукции	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Продуктовый набор суточного рациона взрослого населения		p
		1-я группа (n = 1 680)	2-я группа (n = 1 260)	
		Me [25; 75]	Me [25; 75]	
Мука ржаная	55	22,3 [20,5; 27,1]	23,5 [22,5; 25]	>0,05
Мука пшеничная	55	58,3 [52; 63]	73 [65; 75]	<0,001
Крупы, бобовые	65	61,4 [58,6; 67]	88,5 [82; 90]	<0,05
Макаронные изделия	22	12,6 [10; 17]	18,6 [17; 21]	<0,001
Картофель	246	182,1 [169; 197]	168,3 [159; 175]	<0,05
Овощи, зелень	342	187,35 [182; 201]	224,1 [219; 247]	<0,05
Фрукты свежие	274	88,3 [76; 95]	151,6 [145; 164]	<0,05
Мясо, субпродукты	115	57 [52; 63]	86,6 [79; 96,5]	<0,001
Птица, субпродукты	85	45,85 [40; 54]	66,6 [62; 71]	>0,05
Молоко < 2,5% м. д. ж.	296	88,9 [85; 96]	89,1 [81; 95]	>0,05
Кисломолочная продукция		50,1 [45; 53]	95 [88; 105]	<0,05
Творог < 5% м. д. ж.	52	28,5 [25; 35]	44,6 [41; 49]	<0,05
Рыба, в т. ч. филе слабо- или малосоленое	60	42,2 [40; 45]	52,6 [50; 54,7]	<0,05
Сыр	19	8,7 [6,2; 9,6]	10,5 [9; 12]	>0,05
Сметана < 15% м. д. ж.	8	10,7 [8; 11,4]	10,9 [8,5; 11,5]	>0,05
Масло сливочное	5	6,5 [5,6; 7,1]	6,8 [5,6; 7,3]	>0,05
Масло растительное	33	10,9 [9,7; 11,7]	16,2 [15; 18]	>0,05
Яйцо	28 (0,7 шт.)	34 [30; 37]	35 [29; 38,5]	>0,05
Сахар	65	49,6 [45; 56]	46,7 [45,2; 55]	<0,05
Кондитерские изделия		24,8 [22,2; 27,7]	28,4 [23,5; 32,7]	<0,05

Примечание: Me – медиана, n – количество рационов питания.

Сравнительный анализ среднесуточного продуктового набора рационов обследованных лиц старше 18 лет в группах 1-й и 2-й выявил недостаточное потребление мяса – 49,5 и 75,3%, рыбы – 70,3 и 87,6%, творога – 54,8 и 85,7%, молока и кисломолочной продукции – 47 и 62,3%, фруктов свежих – 32,2 и 55,3% от РУП соответственно, как и в случае с обследованным детским населением.

Потребление вышеуказанных пищевых продуктов в группе 1-й в 1,5–1,8 раза ниже, чем в группе 2-й. Кроме того, имеется превышение РУП в обеих группах по зерновым продуктам, а именно: *мука пшеничная* – на 6 и 32,7% соответственно, *крупы и бобовые* – на 36,1% у обследованных во 2-й группе. Обнаружен также переизбыток сахара и кондитерских изделий – на 14,5 и 15,4%

соответственно. Всё это может способствовать дисбалансу микробиоты и дефициту селена.

При рассмотрении структуры белкового компонента в рационе населения выявлено следующее: белок обеспечивал 13–14% суточного поступления энергии, что находится в пределах рекомендуемых величин 10–14%, однако доля животного белка у 1-й группы составила 34,4%, у 2-й – 43,1% при норме не менее 50%.

Таким образом, результаты проведенного исследования показали, что наблюдается круглогодичная недостаточность селена в рационе питания населения города Лениногорск РТ: как у детей (52–62%), так и у взрослых (40–62%).

4.2. Особенности обеспеченности селеном и йодом населения Лениногорского района Республики Татарстан

4.2.1. Содержание микроэлементов в волосах детей

При сравнительной оценке количественных характеристик селена и йода в волосах обследованного населения использовались средние значения (25–75-квартильный интервал), полученные при проведении когортных исследований в различных регионах России, в том числе РТ [82, 116].

Различия значений q25 селена в волосах у детей ПФО (девочки – 0,25 мг/кг; мальчики – 0,26 мг/кг), РТ (0,3 и 0,22 мг/кг соответственно) и города Лениногорск РТ (0,27 и 0,31 мг/кг соответственно) являются статистически незначимыми ($p > 0,05$), поэтому в настоящей работе используется нижний квартиль, выявленный среди детского населения города Лениногорск РТ.

Кроме того, несущественными ($p > 0,05$) оказались различия значений q25 селена в волосах у взрослых ПФО (женщины – 0,17; мужчины – 0,23), РТ (0,17 и 0,26 мг/кг соответственно) и города Лениногорск РТ (0,29 и 0,37 мг/кг

соответственно), а значит, в данной работе применяется q_{25} , установленный среди взрослого населения города Лениногорск РТ.

Говоря о проведенных исследованиях волос на йод, важно отметить, что высокие медианы содержания этого микроэлемента в волосах у детей ПФО (девочки – 0,82; мальчики – 0,8) и РТ (1,24 и 0,84 мг/кг соответственно) относительно медиан, установленных среди детского населения города Лениногорск РТ (0,12 и 0,35 мг/кг соответственно) не повлияли на существенность различий ($p > 0,05$) значений нижнего квартиля по обеспеченности йодом детей в указанных регионах (Таблица 32).

Таблица 32 – Содержание селена и йода в волосах у населения ПФО, жителей РТ [82] и города Лениногорск РТ, мг/кг

Количество проб (n)	Селен, Me [q_{25} ; q_{75}]	Йод, Me [q_{25} ; q_{75}]
Девочки (3–15 лет) ПФО ($n = 893$)	0,37 [0,25; 0,53]	0,82 [0,38; 2,07]
Мальчики (3–15 лет) ПФО ($n = 663$)	0,38 [0,26; 0,55]	0,80 [0,37; 1,84]
Девочки (3–15 лет) РТ ($n = 234$)	0,40 [0,30; 0,58]	1,24 [0,55; 2,62]
Мальчики (3–15 лет) РТ ($n = 87$)	0,36 [0,22; 0,65]	0,84 [0,34; 2,24]
Девочки (13–14 лет) г. Лениногорск РТ ($n = 123$)	0,39 [0,27; 0,46]	0,19 [0,12; 0,57]
Мальчики (13–14 лет) г. Лениногорск РТ ($n = 120$)	0,38 [0,31; 0,38]	0,49 [0,35; 1,47]
Женщины (25–50 лет) ПФО ($n = 7\ 453$)	0,31 [0,17; 0,47]	0,72 [0,31; 1,79]
Мужчины (25–50 лет) ПФО ($n = 3\ 275$)	0,36 [0,23; 0,49]	0,56 [0,15; 1,34]
Женщины (25–50 лет) РТ ($n = 1\ 667$)	0,31 [0,17; 0,48]	0,82 [0,34; 2,06]
Мужчины (25–50 лет) РТ ($n = 460$)	0,38 [0,26; 0,54]	0,66 [0,29; 1,57]
Женщины (25–50 лет) г. Лениногорск РТ ($n = 225$)	0,36 [0,29; 0,46]	0,43 [0,19; 0,79]
Мужчины (25–50 лет) г. Лениногорск РТ ($n = 195$)	0,42 [0,37; 0,57]	0,32 [0,16; 0,70]

Примечание: Me – медиана, q_{25} – нижний квартиль, q_{75} – верхний квартиль.

При разборе результатов исследования волос на содержание йода у взрослого населения города Лениногорск РТ можно сказать, что у мужчин значения q_{25} находятся на уровне данных ПФО (0,16 и 0,15 мг/кг соответственно), но ниже в 1,5 раза, чем по РТ (0,29 мг/кг), однако эти различия статистически незначимы ($p > 0,05$). Что касается женщин, то для города Лениногорск РТ установленный показатель (0,19 мг/кг) не имеет существенных

различий со значениями q25 по ПФО и РТ (0,31 и 0,34 мг/кг соответственно) ($p > 0,05$).

Анализ обеспеченности селеном обследованных детей показал, что физиологически оптимальный уровень (ФОУ), или нижний квартиль (q25), у мальчиков составил 0,312 мг/кг, у девочек – 0,271 мг/кг. Низкий уровень селена в течение учебного года отмечен в 35% случаев у мальчиков и 43% случаев у девочек.

В зимний период распространенность отрицательных отклонений от q25 селена в волосах среди мальчиков была 55%, среди девочек – 50%. Поздней весной концентрация данного микроэлемента в волосах у всех детей увеличилась относительно значений в зимний период, а поздней осенью снова количество селена в волосах снизилось – в 68% случаев у мальчиков и 42% случаев у девочек.

При определении концентрации йода в волосах детей выявлено: у мальчиков ФОУ, или q25, составил 0,35 мг/кг, то есть находится на том же уровне, что и по РТ (0,34 мг/кг), у девочек – 0,12 мг/кг (РТ – 0,55 мг/кг). В целом превышений уровня 75-го центиля не выявлено среди обследованных школьников: эта величина у мальчиков составила 1,473 мг/кг (РТ – 2,24 мг/кг), а у девочек – 0,57 мг/кг (РТ – 2,62 мг/кг) (Таблица 32).

Сравнительный анализ показал: удельный вес с низким уровнем йода у детей выше в группе 1-й группе, чем в группе 2-й в осенне-зимний период (75,6 и 82,9% соответственно) (Рисунок 9).

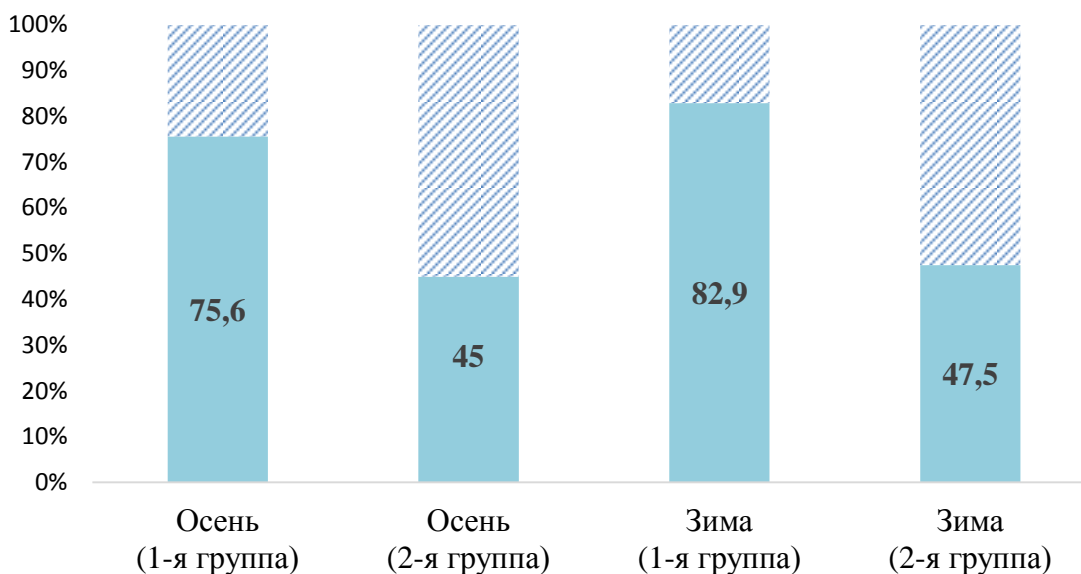


Рисунок 9 – Удельный вес случаев низкой обеспеченности йодом школьников города Лениногорск РТ в зависимости от концентрации селена в волосах в осенне-зимний период

Достоверность различий долей распространенности йододефицитных состояний в зависимости от обеспеченности детского населения селеном осенью и зимой по критерию Фишера значимая: $\varphi_{\text{эмп}} = 2,886$ (H_1 на $p < 0,05$ $\varphi_{\text{крит}} = 1,64$; H_0 на $p > 0,01$ $\varphi_{\text{крит}} = 2,31$) и $\varphi_{\text{эмп}} = 3,456$ (H_1 на $p < 0,05$ $\varphi_{\text{крит}} = 1,64$; H_0 на $p > 0,01$ $\varphi_{\text{крит}} = 2,31$) соответственно. Весной значения содержания йода ниже физиологически оптимального уровня среди обследованных детей отсутствуют.

4.2.2. Содержание микроэлементов в волосах взрослых

Результаты исследований концентрации селена и йода в волосах у взрослого населения города Лениногорск РТ представлены выше в Таблице 32.

Статистически значимые различия распространенности йододефицитных состояний в зависимости от обеспеченности лиц старше 18 лет селеном выявлены в осенне-зимний период: группа 1-я – 58,8% случаев у мужчин и 65% случаев у женщин, а группа 2-я – 21,7% случаев у мужчин и 31,7% случаев у женщин: $\varphi_{\text{эмп}} = 4,561$ (H_1 на $p < 0,05$ $\varphi_{\text{крит}} = 1,64$; H_0 на $p > 0,01$ $\varphi_{\text{крит}} = 2,31$) и $\varphi_{\text{эмп}} = 3,976$ (H_1 на $p < 0,05$ $\varphi_{\text{крит}} = 1,64$; H_0 на $p > 0,01$ $\varphi_{\text{крит}} = 2,31$) соответственно. При этом поздней

весной йододефицитных состояний среди обследованных взрослых не выявлено (Рисунок 10).

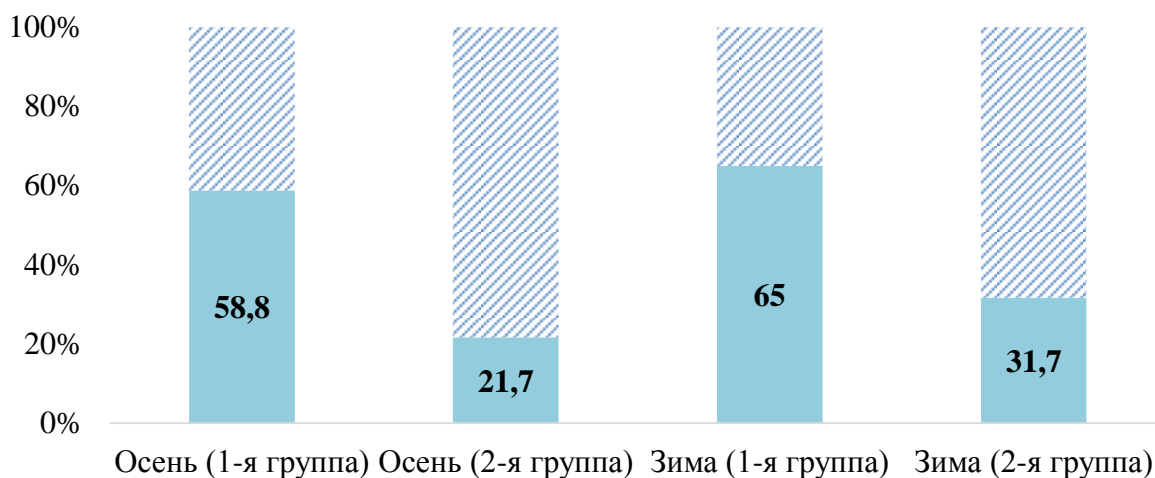


Рисунок 10 – Удельный вес случаев низкой обеспеченности йодом взрослого населения города Лениногорск РТ в зависимости от концентрации селена в волосах в осенне-зимний период

4.2.3. Взаимосвязь обеспеченности селеном и йодом обследованного населения с избыточной массой тела, ожирением

Анализ антропометрических данных показал достоверные различия повышенного ИМТ у детей в группах 1-й и 2-й – 55 и 31,8% соответственно ($p < 0,05$). Помимо этого, инструментальный анализ содержания жировой массы выявил статистически значимые различия между обследованными подростками с ожирением и избыточной массой тела в группах 1-й (35 и 31% соответственно) и 2-й (17 и 23% соответственно) ($p < 0,05$) (Рисунок 11), причем высокая доля с ожирением и избыточной массой тела отмечена среди девочек (67%) при недостатке селена.

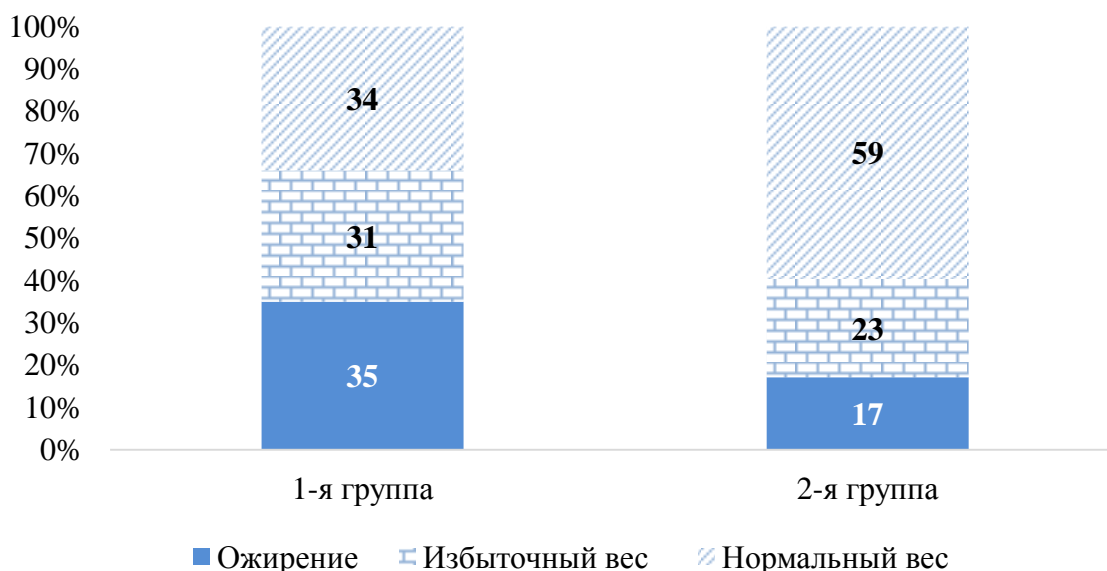


Рисунок 11 – Удельный вес случаев низкой концентрации селена в волосах среди обследованных детей с избыточной массой тела и ожирением в осенне-зимний период

В ходе корреляционного анализа обнаруживают себя как тенденция к наличию отрицательной ассоциации между уровнем селена в волосах детей и ИМТ в феврале ($\rho = -0,223$ при $p \leq 0,05$), так и тенденция к наличию положительной ассоциации между обеспеченностью селеном школьников и активной клеточной массой ($RSe_{\text{май}} = 0,655$).

Зафиксированы сезонные колебания показателей жировой массы и основного обмена на фоне обеспеченности селеном детей без изменения рациона питания и без дополнительного приема микроэлементов (Рисунки 12 и 13).

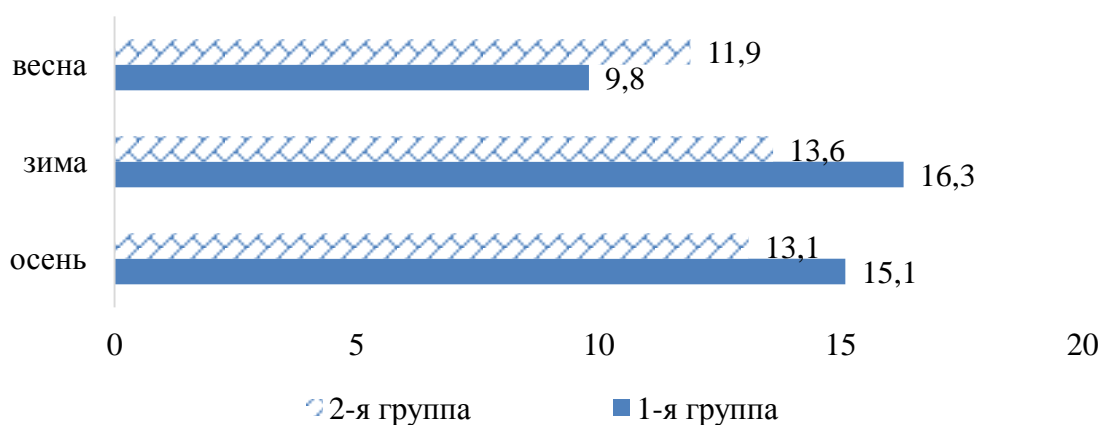


Рисунок 12 – Среднее значение содержания жировой массы у детей, кг

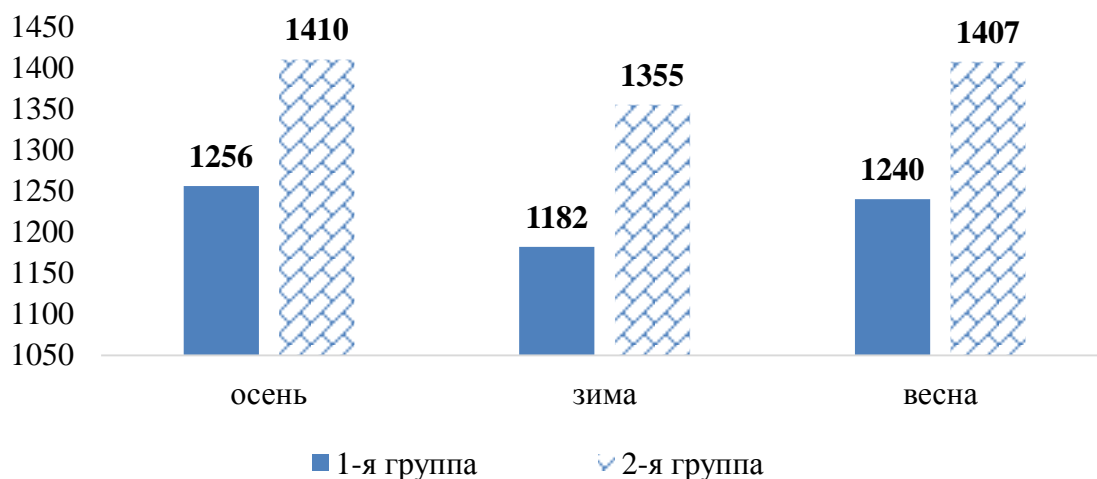


Рисунок 13 – Среднее значение показателей основного обмена у детей, ккал

Полученные данные свидетельствуют о том, что у школьников с недостаточной обеспеченностью селеном основной обмен ниже по сравнению с детьми аналогичного возраста с содержанием селена в волосах в пределах нормы ($p < 0,05$).

В ходе корреляционного анализа замечены статистически значимая отрицательная корреляция между уровнем селена в волосах детей и ИМТ в мае ($\rho = -0,33$ [95% ДИ: $-0,54; -0,08$], $p = 0,01$), а также тенденция к наличию отрицательной ассоциации между показателями в феврале ($\rho = -0,19$ [$-0,39; 0,03$], $p = 0,056$), тогда как в ноябре статистически значимая корреляция между показателями отсутствует ($\rho = -0,14$ [95% ДИ: $-0,39; 0,13$], $p = 0,029$) (Рисунок 14). Различия в силе ассоциации между ИМТ и концентрацией селена в зависимости от сезона статистически значимые ($p = 0,011$).

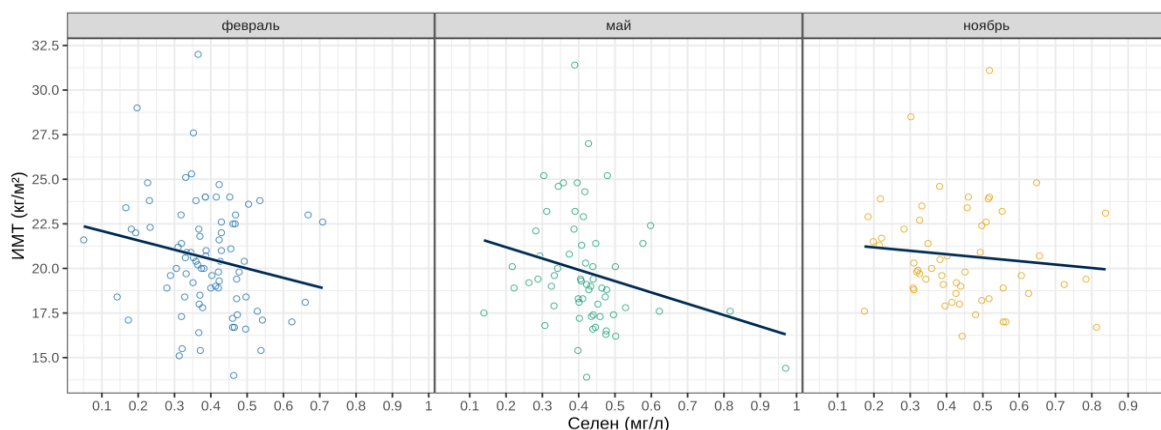


Рисунок 14 – Индекс массы тела у детей в зависимости от концентрации селена в волосах, $кг/м^2$

Ниже на Рисунке 15 представлен корреляционный анализ между уровнем селена в волосах и жировой массой у обследованных детей. Установлены статистически значимая обратная корреляция в мае ($\rho = -0,36$ [95% ДИ: $-0,51$; $-0,05$], $p=0,02$) и тенденция к наличию ассоциации между данными показателями в ноябре ($\rho = -0,35$ [95% ДИ: $-0,48$; $0,02$], $p=0,047$). В феврале статистически значимая корреляция между показателями отсутствует ($\rho = -0,12$ [95% ДИ: $-0,33$; $0,09$], $p=0,263$). При этом различия в направлении и силе ассоциации не являются статистически значимыми ($p=0,204$).

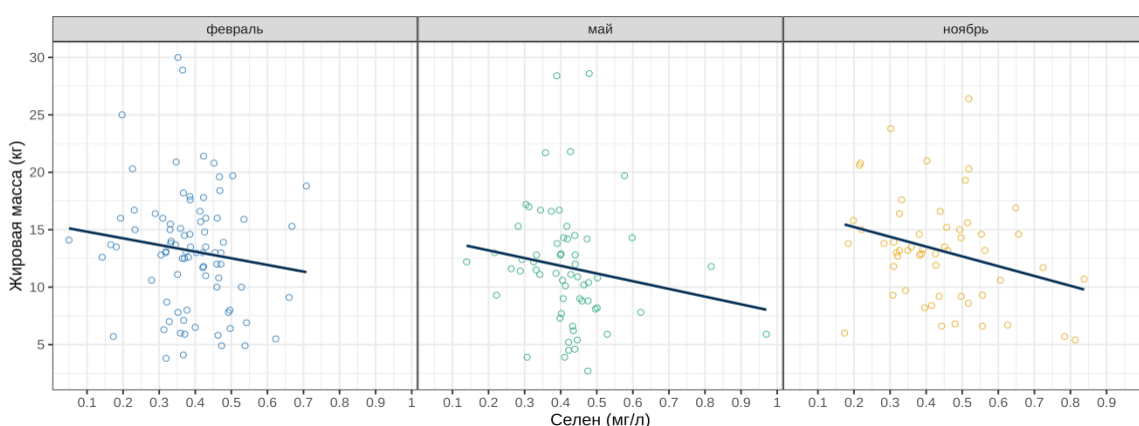


Рисунок 15 – Жировая масса у детей в зависимости от концентрации селена в волосах, кг

Кроме того, корреляционный анализ позволил раскрыть статистически значимую прямую корреляцию между обеспеченностью селеном детей и основным обменом в феврале ($\rho = 0,55$ [95% ДИ: 0,38; 0,68], $p < 0,001$), мае ($\rho = 0,37$ [95% ДИ: 0,13; 0,57], $p = 0,003$) и ноябре ($\rho = 0,53$ [95% ДИ: 0,31; 0,70], $p < 0,001$) (Рисунок 16). Различия в силе ассоциации между уровнем основного обмена и концентрацией селена в волосах в зависимости от сезона статистически значимые ($p = 0,004$).

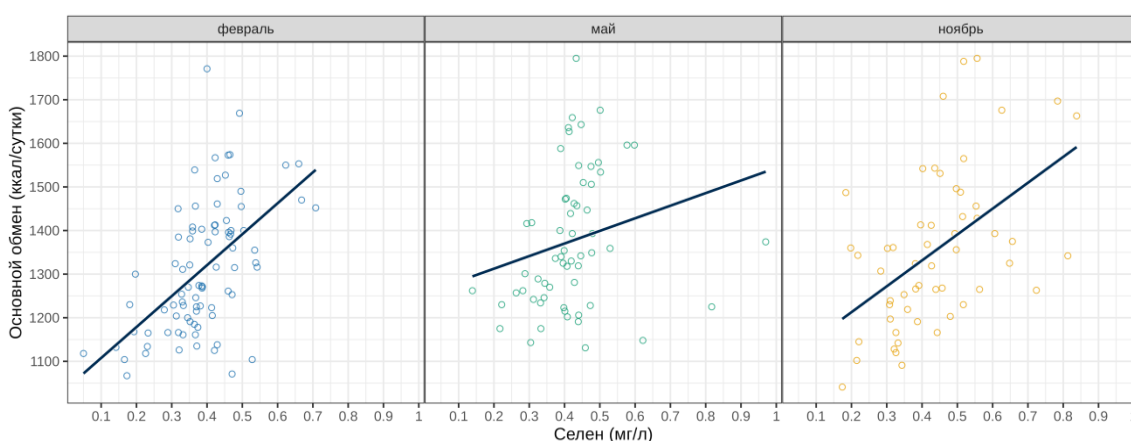


Рисунок 16 – Основной обмен у детей в зависимости от концентрации селена в волосах, ккал

В ходе сравнительного анализа установлено, что дети в 1-й группе в среднем имели статистически значимо больший ИМТ по сравнению с детьми 2-й группы и меньшей уровень основного обмена ($p < 0,05$; $R^2 = 0,58$).

Результаты инструментального исследования взрослого населения показали следующее: анализ содержания жировой массы в зимний и осенний периоды выявил высокую долю обследуемых с избыточной массой тела и ожирением как среди мужчин, так и среди женщин в 1-й группе (ниже 25-го перцентиля) (Рисунок 17).

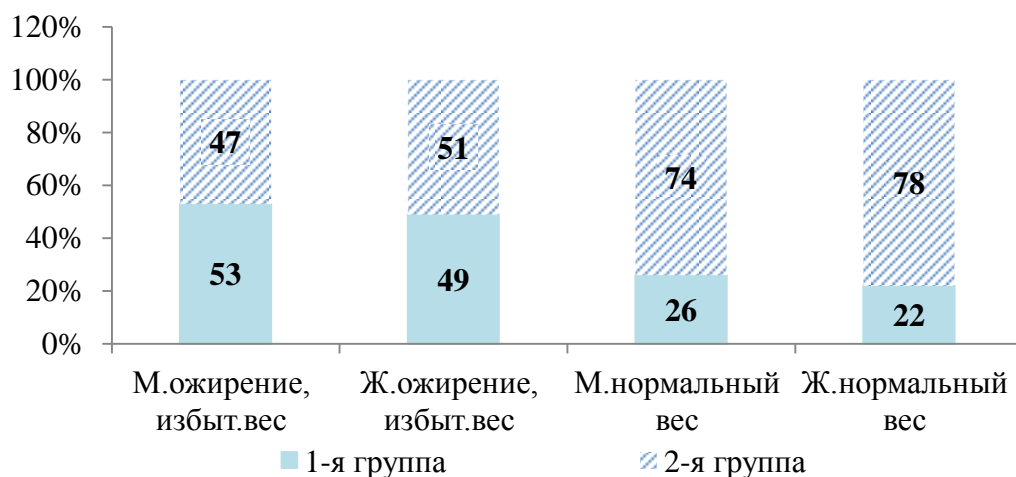


Рисунок 17 – Удельный вес случаев с низкой обеспеченностью селеном (1-я группа) в зависимости от массы тела среди мужчин (М.) и женщин (Ж.) в течение осенне-зимнего периода

На Рисунке 17 видно, что удельный вес обследованных в группе 1-й при ожирении и избыточном весе составляет 53% среди мужчин, что достоверно отличается от мужчин с нормальной массой тела ($ИМТ = 18,5–24 \text{ кг/м}^2$), доля которых равна 47%; у женщин – 33% и 28% соответственно ($p < 0,05$).

По результатам инструментального исследования в зимний период среди обследованных мужчин трудоспособного возраста в соответствии со стандартами ВОЗ лица с $ИМТ$ менее $18,5 \text{ кг/м}^2$ составляют 5,8%, в диапазоне от $18,5$ до $24,99 \text{ кг/м}^2$ – 45,5%, от 25 кг/м^2 – 30,5%, от 30 кг/м^2 – 18,2%, то есть наибольший удельный вес в сумме составляют мужчины с избыточной массой тела и ожирением ($p < 0,05$). Среди обследованных женщин преобладают лица с ожирением в 51,4% случаев, масса тела в пределах нормы – 35,2%, а избыточная – 13,4%.

Проведенный сравнительный анализ состава тела и основного обмена у взрослого населения выявил, что в группе 1-й основной обмен статистически значимо ниже, чем в группе 2-й, но при этом выше $ИМТ$ и содержание жировой массы по сравнению с мужчинами и женщинами аналогичного возраста в группе 2-й ($p < 0,05$) (Рисунки 18 и 19).

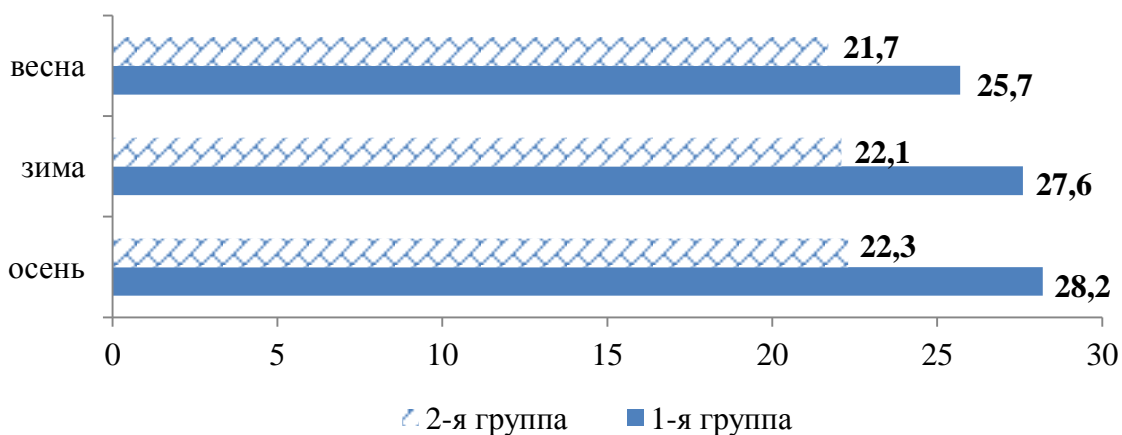


Рисунок 18 – Среднее значение содержания жировой массы у взрослого населения, кг

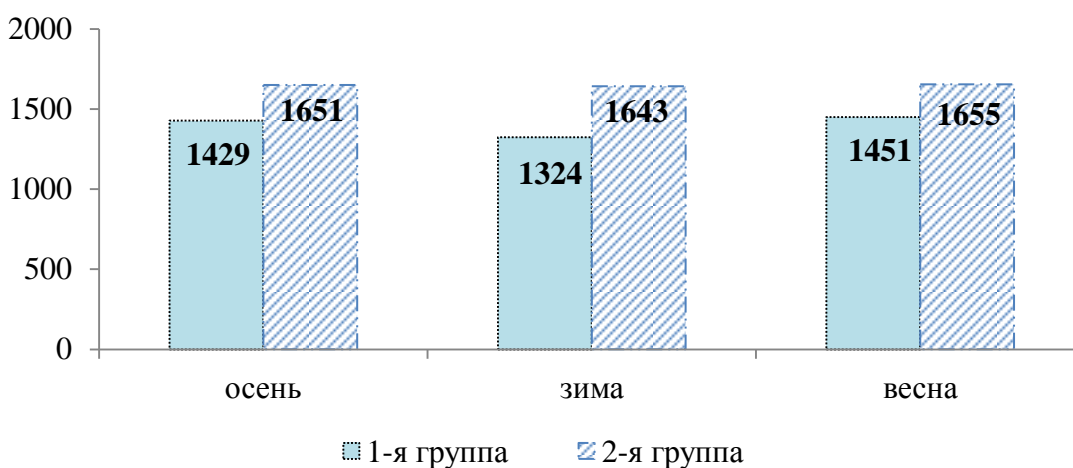


Рисунок 19 – Среднее значение показателей основного обмена у взрослого населения, ккал

В ходе корреляционного анализа зафиксированы тенденции к наличию отрицательной ассоциации между обеспеченностью селеном и ИМТ в мае ($\rho = -0,28$ [95% ДИ: -0,52; 0,01], $p=0,058$) и ноябре ($\rho = -0,27$ [95% ДИ: -0,55; 0,06], $p=0,005$), а в феврале статистически значимая корреляция между показателями отсутствует ($\rho = -0,04$ [95% ДИ: -0,27; 0,19], $p=0,723$). Различия в направлении и силе ассоциации не являются статистически значимыми ($p=0,596$).

Увеличение концентрации селена в волосах вдвое в ноябре статистически значимо ассоциировано с уменьшением ИМТ в среднем на 2,37 [95% ДИ: -4,68; -

0,07] кг/м² (p=0,044), в то время как в мае оно сопровождалось уменьшением ИМТ в среднем на 1,45 [95% ДИ: -3,42; 0,52] кг/м² (p=0,046) (Рисунок 20).

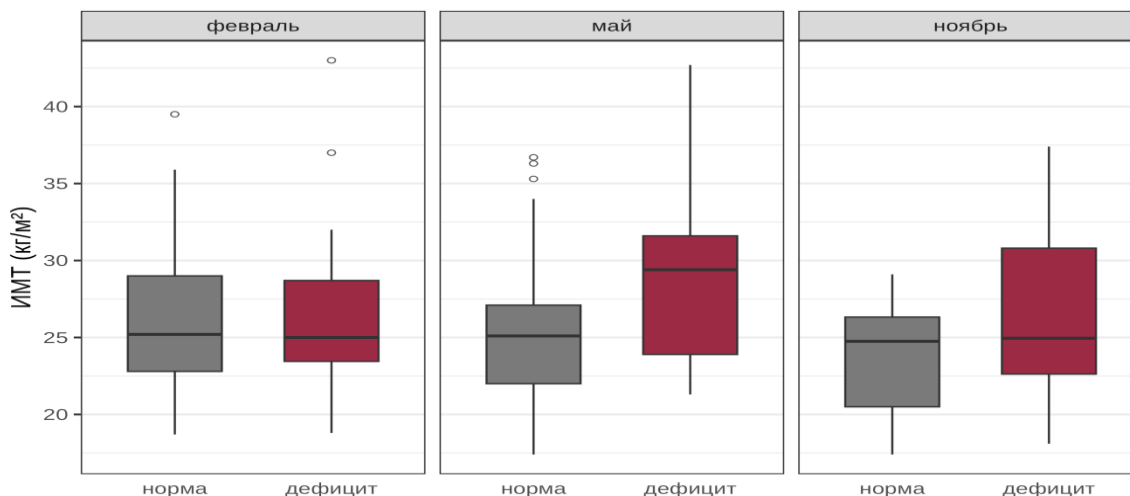


Рисунок 20 – ИМТ у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах, кг/м²

В ходе корреляционного анализа выявлены статистически значимая обратная корреляция между уровнем селена в волосах взрослого населения и жировой массой в мае ($\rho = -0,34$ [95% ДИ: -0,57; -0,06], $p=0,019$), а также тенденция к наличию ассоциации между уровнем селена в волосах и жировой массой в ноябре ($\rho = -0,29$ [95% ДИ: -0,56; 0,05], $p=0,049$), тогда как в феврале статистически значимая корреляция между показателями отсутствует ($\rho = -0,03$ [95% ДИ: -0,26; 0,20], $p=0,788$). Различия в направлении и силе ассоциации не являются статистически значимыми ($p=0,893$).

Увеличение концентрации селена в волосах у лиц трудоспособного возраста вдвое в мае сопровождалось уменьшением жировой массы в среднем на 2,19 [95% ДИ: -6,89; 0,5] кг ($p=0,039$), в ноябре – 2,8 [95% ДИ: -7,95; 0,34] кг ($p=0,041$) (Рисунок 21).

По результатам сравнительного анализа очевидна тенденция к более высокой жировой массе у лиц с дефицитом селена ($p<0,001$; $R = 0,61$).

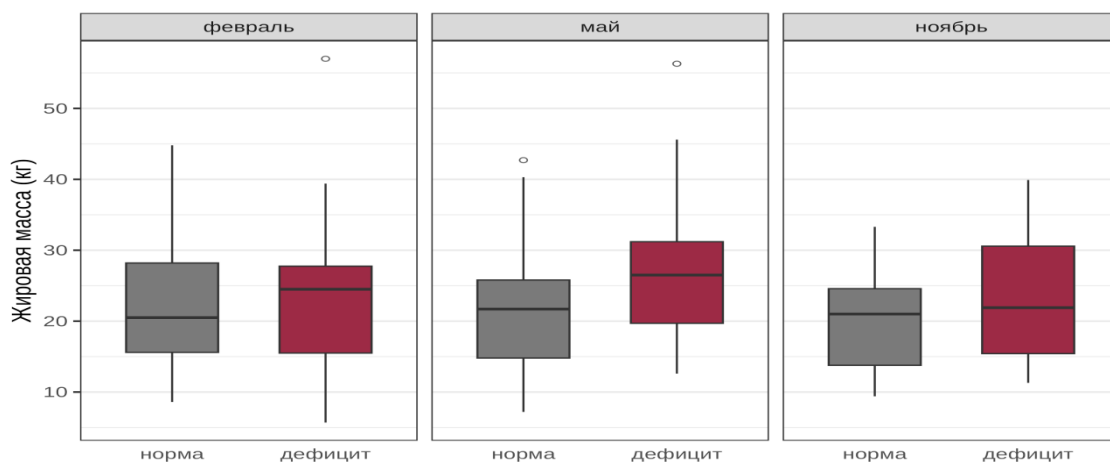


Рисунок 21 – Жировая масса тела у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах, кг

Корреляционный анализ позволил обнаружить статистически значимые прямые корреляции между уровнями селена в волосах взрослого населения и основного обмена в феврале ($\rho = 0,39$ [95% ДИ: 0,17; 0,57], $p < 0,001$), мае ($\rho = 0,69$ [95% ДИ: 0,51; 0,82], $p < 0,001$) и ноябре ($\rho = 0,47$ [95% ДИ: 0,17; 0,69], $p = 0,004$). Статистически значимых различий в силе ассоциации выявлено не было ($p = 0,727$).

В ходе сравнительного анализа данных установлено, что лица с низкой обеспеченностью селеном в среднем имели меньший уровень основного обмена ($p < 0,001$; $R^2 = 0,65$) (Рисунок 22).

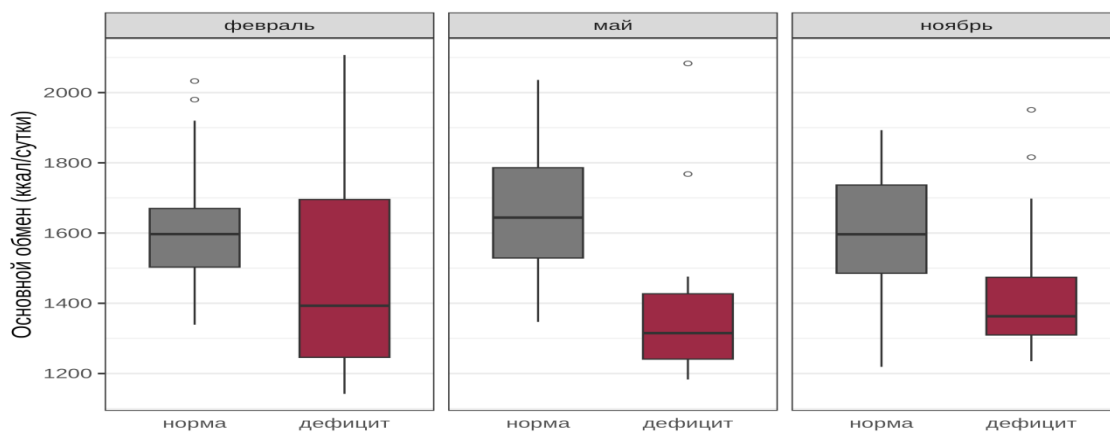


Рисунок 22 – Основной обмен у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах, ккал

В результате корреляционного анализа обнаружена статистически значимая прямая связь между концентрацией йода в волосах взрослого населения и ИМТ ($\rho = 0,25$ [95% ДИ: 0,02; 0,46], $p=0,036$), а также установлена статистически значимая прямая корреляция между концентрацией йода и жировой массой ($\rho = 0,27$ [95% ДИ: 0,04; 0,47], $p=0,024$). Не выявлено статистически значимой ассоциации между концентрацией йода и уровнем основного обмена ($\rho = 0,16$ [95% ДИ: -0,07; 0,38], $p=0,175$).

4.2.4. Взаимосвязь обеспеченности селеном и йодом с уровнем концентрации внимания и памяти обследованного населения

По результатам исследования в разные сезонные периоды учебного года среди обследованных лиц повышенный уровень тревожности выявлен осенью в группе 1-й у детей только в 7,1% случаев, а в группе 2-й – 6,2%, зимой – 6,9 и 6,1% соответственно, весной – 7,2 и 5,9% соответственно (Таблица 33). Достоверность различий долей с повышенным уровнем тревожности в обеих группах в разные сезонные периоды по критерию Фишера незначимая: $\varphi_{эмп} = 0,036$ ($\varphi_{крит} = 1,64$; $p>0,05$).

Таблица 33 – Уровень тревожности у детского и взрослого населения города Лениногорск РТ в разные сезонные периоды, %

Количество тестов (n) в сезон	Уровень тревожности								
	Высокий			В пределах нормы			На уровне адаптации		
	Осень	Зима	Весна	Осень	Зима	Весна	Осень	Зима	Весна
Школьники (шкала тревожности А. М. Прихожан)									
1-я группа (n = 80)	7,1	6,9	7,2	70,8	72,6	71,5	22,1	20,5	21,3
2-я группа (n = 82)	6,2	6,1	5,9	74,4	77,7	76,3	19,4	16,2	17,8
Офисные работники (метод Ч. Д. Спилбергера)									
1-я группа (n = 160)	10,1	10,4	9,8	88,6	88,0	88,7	1,3	1,6	1,5
2-я группа (n = 120)	6,2	6,6	6,1	92,3	91,7	92,7	1,5	1,7	1,2

Среди взрослого населения повышенный уровень тревожности (Таблица 33) выявлен осенью в группе 1-й в 10,1% случаев, а в группе 2-й – 6,2%, зимой – 10,4 и 6,6% соответственно, а весной – 9,8 и 6,1% соответственно.

Достоверность различий долей с повышенным уровнем тревожности в обеих группах в разные сезонные периоды по критерию Фишера незначима: $\varphi_{\text{эмп}} = 0,043$ ($\varphi_{\text{крит}} = 1,64$; $p > 0,05$).

Корреляционная связь содержания йода ($r = 0,130$) и селена ($r = 0,102$) в волосах детей и взрослых с тревожностью не выявлена ($p < 0,05$). Недостаточное обеспечение населения указанными микроэлементами оказывает влияние на снижение когнитивных функций. Сезонное тестирование на избирательное внимание по методике Гюго Мюнстенберга среди школьников выявило, что низкий уровень концентрации внимания и памяти чаще встречается в 1-й группе в осенне-зимний период (Рисунок 23).

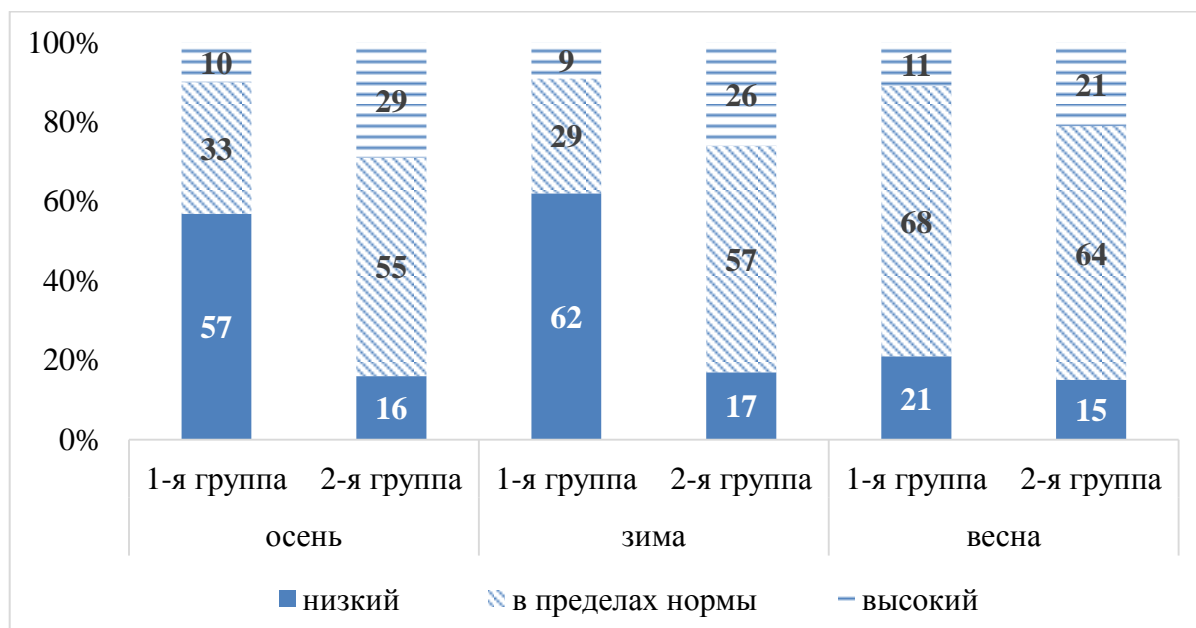


Рисунок 23 – Уровень концентрации внимания и памяти в зависимости от обеспеченности селеном детей в разные сезонные периоды учебного года

Достоверность различий долей с низким уровнем концентрации внимания и памяти у детей в 1-й группе в феврале и мае по критерию Фишера значима: $\varphi_{\text{эмп}} = 2,46$ и $\varphi_{\text{эмп}} = 1,309$ соответственно ($\varphi_{\text{крит}} = 2,18$; $p < 0,01$), а в ноябре доля с недостаточной обеспеченностью селеном школьников с низким уровнем

концентрации внимания и памяти встречается не чаще, чем в феврале: $\varphi_{эмп} = 1,632$ и $\varphi_{эмп} = 2,059$ соответственно (H_1 на $p < 0,05$ $\varphi_{крит} = 1,54$; H_0 на $p > 0,01$ $\varphi_{крит} = 2,58$).

При проведении корреляционного анализа обнаруживается статистически значимая прямая корреляция средней концентрации селена в волосах и уровня избирательного внимания $\rho = 0,46$ [95% ДИ: 0,24; 0,59], $p < 0,001$ (Рисунок 23). Нет при этом статистически значимой ассоциации обеспеченности йодом обследованных детей с уровнем внимания $\rho = 0,07$ [95% ДИ: -0,14; 0,28], $p = 0,499$ (Рисунок 24).

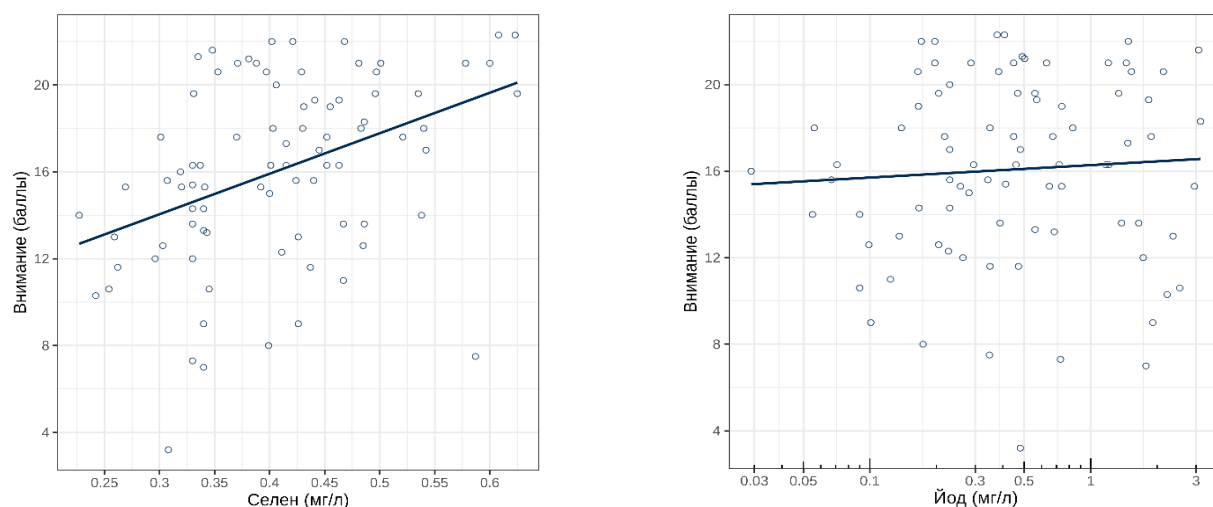


Рисунок 24 – Уровень концентрации внимания и памяти у детей в зависимости от концентрации селена и йода в волосах

Среди обследованного взрослого населения наибольший удельный вес с низким уровнем концентрации внимания и памяти выявлен в 1-й группе в зимний период, что составил 44,9%, и только 10% с высоким уровнем избирательности внимания и памяти, а в группе 2-й – 20 и 12% соответственно (Рисунок 25).

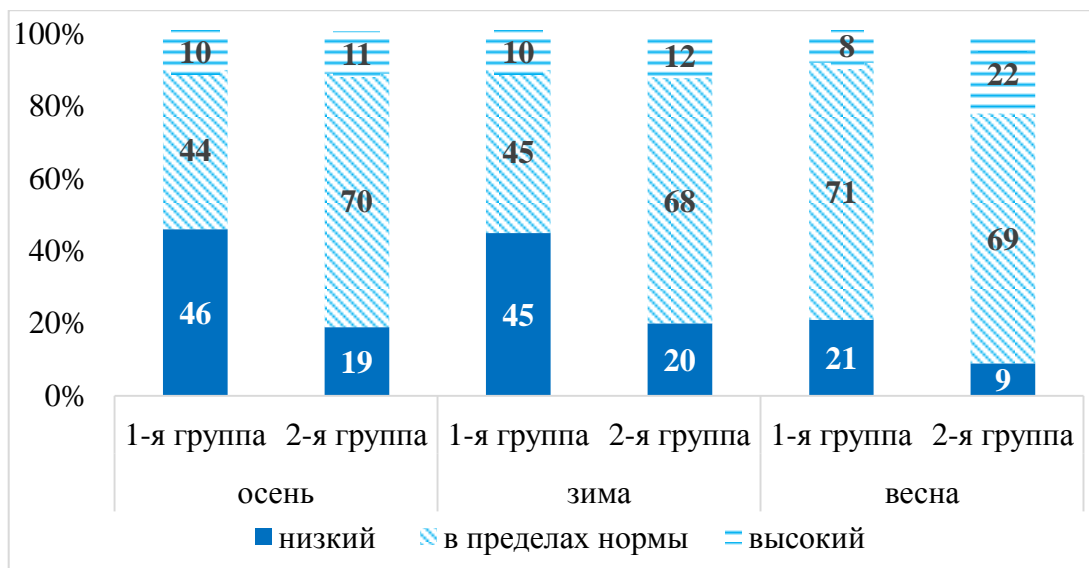


Рисунок 25 – Уровень концентрации внимания и памяти в зависимости от обеспеченности селеном взрослого населения в разные сезонные периоды

При проведении корреляционного анализа обнаруживаются статистически значимая прямая корреляция средней концентрации селена в волосах и уровня избирательности внимания и памяти $\rho = 0,49$ [95% ДИ: 0,17; 0,57], $p < 0,001$ (Рисунок 24), а также тенденция к наличию прямой корреляции между средней концентрацией йода в волосах и уровнем концентрации внимания и памяти $\rho = 0,23$ [95% ДИ: -0,02; 0,42], $p = 0,049$ (Рисунок 26).

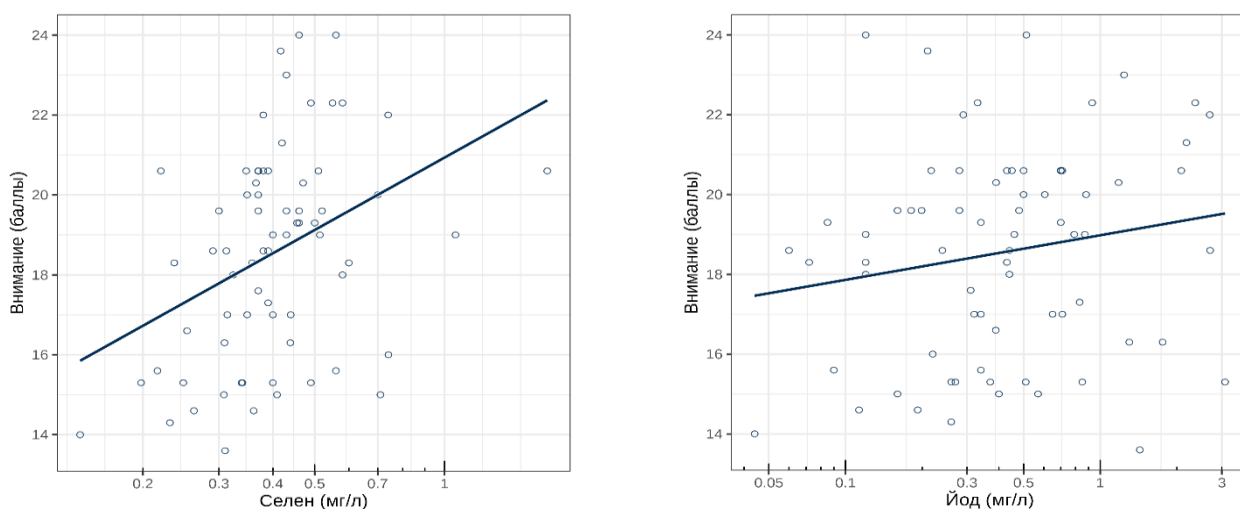


Рисунок 26 – Уровень концентрации внимания и памяти у взрослого населения в зависимости от обеспеченности селеном и йодом

При сравнительном анализе корректурных проб по таблицам В. Я. Анфимова выказано снижение умственной работоспособности в конце учебного года в сравнении с началом учебного года в группе как 1-й, так и 2-й на 21 и 20% соответственно ($p < 0,05$) (Таблица 34).

Таблица 34 – Показатели умственной работоспособности у школьников города Лениногорск РТ, $M \pm m$

Показатели	Время измерения	Начало учебного года		Конец учебного года	
		1-я группа	2-я группа	1-я группа	2-я группа
Объем работы	1	508 ± 4,7	514 ± 5,9	402 ± 4,5	411 ± 5,7
	2	551 ± 10,3	599 ± 12,9	436 ± 10,1	480 ± 12,5
	3	524 ± 10,7	554 ± 11,0	412 ± 10,8	440 ± 11,1
Точность работы (общее количество ошибок на 500 знаков)	1	2,2 ± 0,04	3,8 ± 0,04	1,9 ± 0,05	3,3 ± 0,04
	2	3,8 ± 0,07	4,3 ± 0,05	3,4 ± 0,04	3,8 ± 0,06
	3	3,9 ± 0,07	4,0 ± 0,03	3,5 ± 0,05	3,6 ± 0,04
Количество ошибок на дифференцировку	1	1,22 ± 0,04	1,33 ± 0,07	0,9 ± 0,03	1,03 ± 0,06
	2	1,27 ± 0,04	1,41 ± 0,02	0,93 ± 0,04	1,11 ± 0,03
	3	1,47 ± 0,02	1,50 ± 0,02	1,16 ± 0,03	1,18 ± 0,02
Коэффициент продуктивности (Q)	1	8,8 ± 0,04	10,1 ± 0,06	7,0 ± 0,05	8,5 ± 0,05
	2	7,0 ± 0,01	8,8 ± 0,05	5,2 ± 0,02	7,2 ± 0,06
	3	6,4 ± 0,03	7,1 ± 0,05	4,7 ± 0,02	5,4 ± 0,05
Показатель К	1	1,4 ± 0,09	1,5 ± 0,07	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,06
	2	1,5 ± 0,1	1,6 ± 0,01	1,2 ± 0,08	1,3 ± 0,02
	3	1,5 ± 0,08	1,3 ± 0,03	1,1 ± 0,09	1,0 ± 0,03

Примечание: В графе «Время измерения» 1 – начало 1-го урока (8:00–8:10), 2 – в конце 3-го урока (10:35–10:45), 3 – после 5-го или 6-го урока (12:55 или 14:00).

Средние значения точности работы, количества ошибок на дифференцировку и показатель К в течение дня в обеих группах статистически значимо не изменялись ($p > 0,05$), однако тенденция, свидетельствующая о снижении умственной работоспособности учащихся, отмечалась.

Выводы:

1. Рационы питания населения имеют нарушения структуры продовольственного набора. Фактическое (суточное) питание относительно норм физиологической потребности характеризуется недостаточным потреблением таких продуктов, как: *мясо* – 49,5%, *рыба* – 70,3%, *творог* – 54,8%, *молоко и*

кисломолочная продукция – 47%, фрукты свежие – 32,2% от рекомендуемого уровня потребления, в группе с дефицитом селена, чем в группе с нормальным уровнем селена в волосах, и одновременно избыточным потреблением кондитерских изделий и сахара (14,5 и 71% соответственно) при недостаточном поступлении селена у женщин на 42,5%, а у мужчин на 54,1%, йода – на 34,6% среди 73,4% обследованных лиц ($p < 0,05$).

2. Нарушение пищевого поведения приводит к риску развития селено- и йододефицитных состояний. Следствием изменения структуры питания является наличие ожирения, которое ассоциировано с недостаточным потреблением продуктов с нативным селеном.

3. Удельный вес с низким уровнем йода выше в группе 1-й, чем в группе 2-й в осенне-зимний период у детей на 42 и 44,2% соответственно, а у взрослых – на 73,4 и 63,5% соответственно ($p < 0,05$). Весной значения содержания данного микроэлемента ниже физиологически оптимального уровня среди обследованного населения отсутствуют.

4. Дети и взрослые с дефицитом селена в среднем имели статистически значимо больший ИМТ, жировую массу ($p < 0,05$) в отличие от обследованных лиц с нормальным уровнем Se и меньший уровень основного обмена ($p < 0,05$).

5. Выявлены тенденции к наличию ассоциации отрицательной между уровнем селена в волосах детей и взрослых и ИМТ, жировой массой ($p \leq 0,05$), а кроме того, положительной между обеспеченностью селеном школьников и основным обменом, активной клеточной массой ($p = 0,655$).

6. Обнаружена статистически значимая прямая корреляция средней концентрации селена в волосах детей и взрослых и уровня избирательного внимания ($p < 0,001$), а также выявлена взаимосвязь между уровнем обеспеченности йодом и концентрацией внимания и памяти ($p < 0,05$) у взрослых.

ГЛАВА 5. РАЗРАБОТКА ТАКТИКИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕЛЕНО- И ЙОДОДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ С ОЦЕНКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗРАБОТАННОГО РАЦИОНА СРЕДИ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ

5.1. Разработка модели по повышению обеспеченности селеном и йодом взрослых

Для оценки ассоциации (связи) концентрации селена и йода в волосах у обследованного населения с потенциальными предикторами (продуктами, входившими в состав изученных рационов указанных лиц) использовались однофакторные линейные регрессионные модели. В результате соответствующего анализа установлены потенциальные предикторы среди продовольственных продуктов из рациона питания, которые подтвердили статистическую значимость (Таблица 35).

Таблица 35 – Прогностическая модель селенового статуса у взрослого населения при увеличении потребления пищевых продуктов на каждые 10 г/сут

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг селена в волосах взрослого населения*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Крупа	65	61,4	0,38	0,11	0,88	<0,001	0,41	1
Рыба	60	42,2	0,88	0,42	1,34	<0,001	0,37	2
Овощи (без картофеля) и зелень	342	187,35	0,07	0,02	0,17	<0,05	0,35	3
Мясо	115	57	0,27	0,06	0,47	<0,05	0,28	4
Кисломолочная продукция	296	50,1	0,24	0,01	0,50	0,055	0,27	5
Молоко		88,9	0,24	0,03	0,45	>0,05	0,12	6

Примечание: * Содержание селена ниже q25, равного 0,29 мг/кг; β – коэффициент регрессии; ДИ – доверительный интервал; R² – коэффициент детерминации.

Обнаруживается не только статистически значимая прямая связь между потреблением взрослыми рыбы ($p < 0,001$), крупы ($p < 0,001$), овощей ($p < 0,05$), мяса ($p < 0,05$) с концентрацией селена в волосах, но и тенденция к наличию прямой ассоциации с потреблением ими кисломолочных продуктов ($p = 0,055$).

Уровень потребления кондитерских изделий статистически значимо отрицательно ассоциирован с концентрацией селена в волосах у взрослых ($p < 0,05$).

В модели однофакторной линейной регрессии (1) ожидаемое увеличение концентрации селена и йода в организме у взрослых оценивают с помощью найденных коэффициентов регрессии β (Таблицы 35 и 37) при повышении среднесуточного потребления пищевых предикторов на каждые 10 г, приоритет согласно рангу (ранг 1 – сильное влияние, ранг 6 – слабое влияние).

Модель однофакторной линейной регрессии ожидаемой концентрации селена и йода в организме у взрослых и детей (1):

$$M = \beta_{\text{пр}} \times (10 / M_{\text{исх}}) \times M_{\text{исх}}, \quad (1)$$

где $\beta_{\text{пр}}$ – коэффициент регрессии заданного продукта, $M_{\text{исх}}$ – исходное содержание микроэлемента в волосах.

В модели увеличение потребления мяса на 10 г приводило к повышению содержания селена в организме на $0,27 \times (10 / 0,290) \times 0,290 = 2,7$ мг/кг ($p < 0,05$).

В таблице 36 представлены коэффициенты в многофакторной модели прогнозирования концентрации селена у детей, что получена при пошаговом исключении предикторов на основании информационного критерия Акаике (AIC).

Таблица 36 – Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации селена у взрослого населения

Предиктор	β	95% ДИ	p
Свободный коэффициент	-0,63	–	–
Рыба ($\times 100$ ед.)	0,92	0,02; 1,91	0,041
Овощи ($\times 100$ ед.)	0,45	0,04; 0,87	0,05
Кисломолочные продукты ($\times 100$ ед.)	-1,51	-2,90; -0,12	0,034
Мясо ($\times 100$ ед.)	1,60	0,69; 2,50	<0,001
Крупы ($\times 100$ ед.)	1,67	0,64; 3,25	0,005

Модель многофакторной линейной регрессии ожидаемой концентрации селена у взрослого населения (2):

$$Se_{вз} = -0,63 + \beta_Y \times (Y / 100) + \beta_Z \times (Z / 100) - \beta_O \times (O / 100) + \beta_A \times (A / 100) + \beta_X \times (X / 100), \quad (2)$$

где $Se_{вз}$ – ожидаемая концентрация селена в волосах у взрослых; $\beta_{Y,Z,O,A,X}$ – коэффициент регрессии для соответствующего продукта; Y, Z, O, A, X – масса продукта (г).

Полученная модель характеризовалась коэффициентом детерминации $R^2 = 0,58$.

На основе коэффициентов вышеназванной регрессионной модели разработана номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у взрослого населения (Рисунок 27).

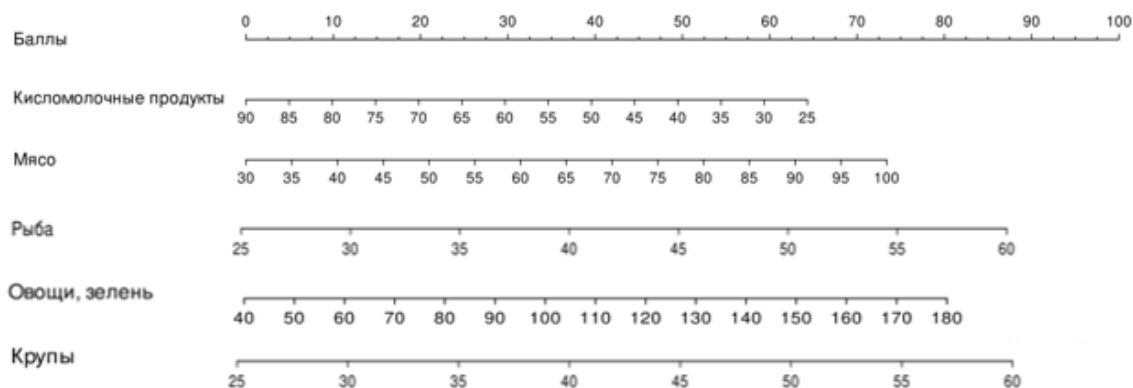


Рисунок 27 – Номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у взрослого населения

Для оценки ожидаемой концентрации селена требуется для каждого предиктора определить соответствующий его массе балл, не превышая рекомендуемые уровни суточного потребления, провести нормаль на шкалу «Баллы» (Рисунок 27).

Затем, суммируя баллы, необходимо ориентироваться на диапазон 105–124 балла, что соответствует ожидаемой концентрации селена в волосах у взрослого населения в пределах от 25 до 75 центиля – 0,29 и 0,574 мг/кг соответственно (Рисунок 28).

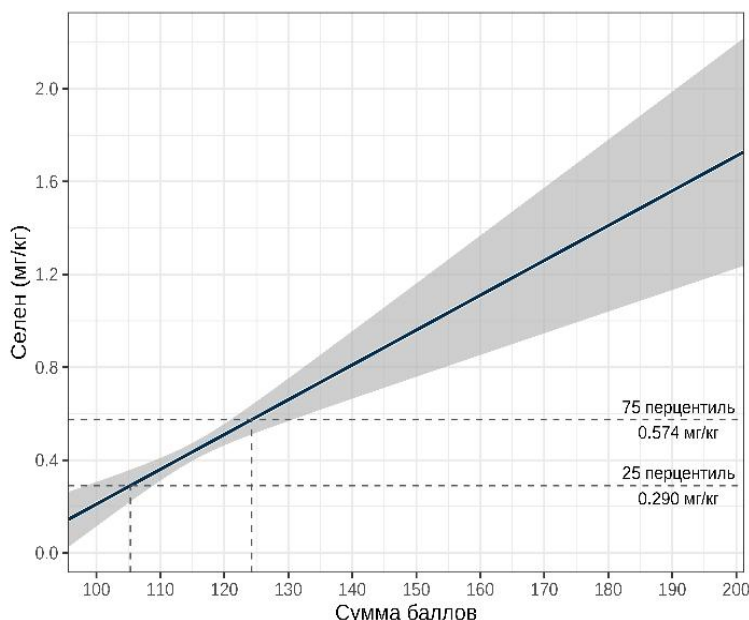


Рисунок 28 – Ожидаемая концентрация селена у взрослых с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов

В модели однофакторной линейной регрессии повышение среднесуточного потребления круп на 10 г приводило к увеличению обеспеченности йодом на $0,38 \times (10 / 0,161) \times 0,161 = 3,8$ мг/кг ($p < 0,05$) и т. д. (Таблица 37).

Таблица 37 – Прогностическая модель профилактики йододефицитного состояния у взрослого населения при увеличении потребления пищевых продуктов на 10 г/сут

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг йода в волосах взрослого населения*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Крупа	65	61,4	0,38	0,11	0,88	<0,001	0,41	1
Рыба	60	42,2	0,88	0,42	1,34	<0,001	0,37	2

Продолжение Таблицы 37

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг йода в волосах взрослого населения*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Овощи (без картофеля) и зелень	342	187,35	0,07	0,02	0,17	<0,05	0,35	3
Мясо	115	57	0,27	0,06	0,47	<0,05	0,28	4
Кисломолочная продукция	296	50,1	0,24	0,01	0,50	<0,05	0,27	5
Молоко		88,9	0,24	0,03	0,45	>0,05	0,12	6

Примечание: * Содержание йода ниже q25, равного 0,161 мг/кг; β – коэффициент регрессии; ДИ – доверительный интервал; R² – коэффициент детерминации.

В таблице 38 представлены коэффициенты в многофакторной модели предсказания концентрации йода у взрослых, полученной при пошаговом исключении предикторов на основании АИС. Эта модель характеризовалась коэффициентом детерминации R² = 0,43.

Таблица 38 – Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации йода у взрослого населения

Предиктор	β	95% ДИ	p
Свободный коэффициент	3,04	–	–
Рыба (× 100 ед.)	4,09	-0,28; 8,46	0,034
Овощи и зелень (× 100 ед.)	0,58	0,09; 1,71	0,05
Кисломолочные продукты (× 100 ед.)	-2,39	-4,70; -0,08	0,034
Крупы (× 100 ед.)	3,82	1,55; 9,18	0,005

Модель многофакторной линейной регрессии ожидаемой концентрации йода у взрослого населения (3):

$$I_{вз} = 3,04 + \beta_Y \times (Y / 100) + \beta_Z \times (Z / 100) - \beta_O \times (O / 100) + \beta_A \times (A / 100), \quad (3)$$

где I_{вз} – ожидаемая концентрация йода в волосах у взрослых; β_{Y,Z,O,A} – коэффициент регрессии для соответствующего продукта; Y, Z, O, A – масса продукта (г).

На основе коэффициентов полученной регрессионной модели разработана номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода у взрослого населения (Рисунок 29).

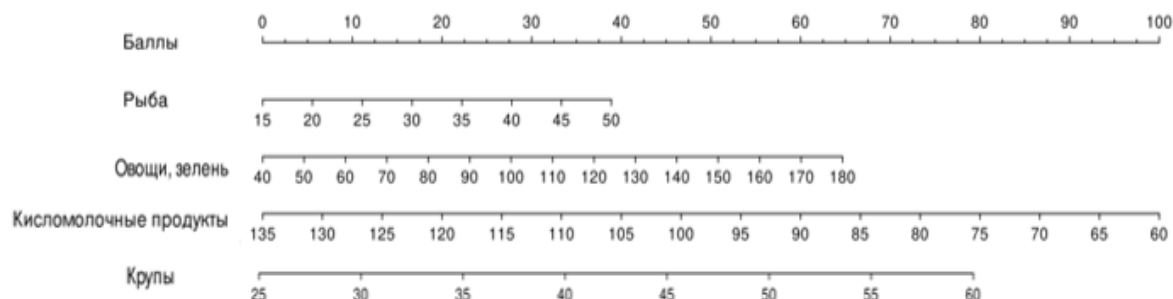


Рисунок 29 – Номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода у взрослого населения

Для оценки ожидаемой концентрации йода требуется для каждого предиктора определить соответствующий его массе балл, не превышая рекомендуемые уровни суточного потребления, а далее провести нормаль на шкалу «Баллы» (Рисунок 30).

Затем, суммируя баллы, необходимо ориентироваться на диапазон 88–185 баллов, что соответствует ожидаемой концентрации йода в волосах у взрослого населения в пределах от 25 до 75 центиля – 0,161 и 0,79 мг/кг соответственно (рисунок 30).

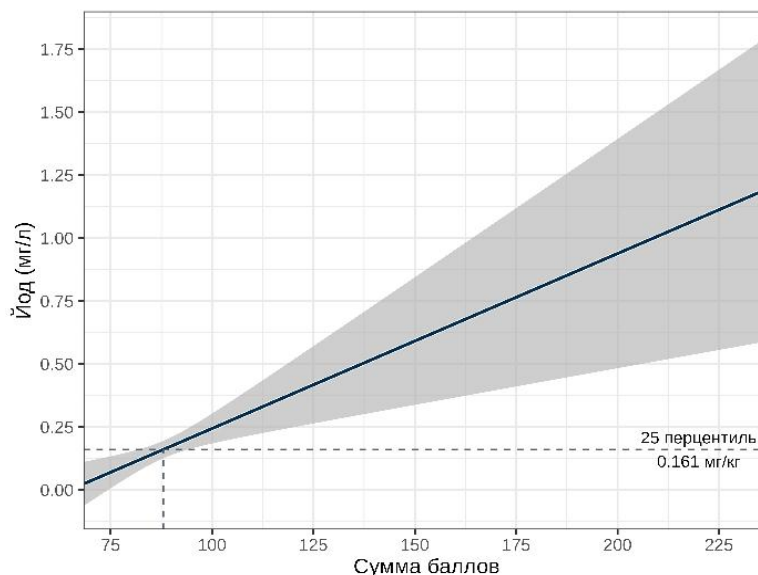


Рисунок 30 – Ожидаемая концентрация йода у взрослого населения с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов

Кроме того, разработана модель линейной регрессии с логарифмической трансформацией (4):

$$X = X_{cp} + \beta \times M, \quad (4)$$

где X – искомый показатель, X_{cp} – среднее значение показателя, β – коэффициент регрессии (Таблица 39), M – содержание микроэлемента в волосах.

В модели линейной регрессии с логарифмической трансформацией (4) увеличение концентрации селена вдвое в волосах у взрослых сопровождалось увеличением основного обмена на 22%, уменьшением индекса массы тела на 5%, уменьшением жировой массы на 4% ($p=0,008$), что демонстрирует дозозависимую связь между количеством микроэлемента и ЖМ, ИМТ, ОО.

Таблица 39 – Прогностическая модель изменений ИМТ, ЖМ, ОО, уровня концентрации внимания и памяти при увеличении концентрации селена в волосах вдвое у взрослого населения

Показатели	Среднее значение показателей (1-я группа)	Коэффициент регрессии при увеличении концентрации селена в волосах			p	R ²	Ранг
		β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Основной обмен, <i>ккал</i>	1214	940	811	1032	<0,001	0,69	1
Концентрация внимания и памяти, <i>знаков</i>	15	3,5	0,74	4,89	<0,001	0,61	2
Жировая масса, <i>кг</i>	27,2	-3,49	-6,8	-1,3	<0,05	0,61	3
Индекс массы тела, <i>кг/м²</i>	26,9	-3,91	-5,2	-1,9	<0,05	0,57	4

Математическое прогнозирование позволило разработать релевантную модель риска развития селено- и йододефицитных состояний для формирования индивидуальных и корпоративных программ профилактики возникновения предикторов хронических НИЗ (Приложение А).

5.2. Разработка модели по повышению обеспеченности селеном и йодом детей

Результаты однофакторной оценки связи концентрации селена и йода у детей с потенциальными предикторами представлены выше в Таблицах 30 и 31 с указанием силы влияния R².

Статистически значимая прямая ассоциация концентрации селена в волосах у детей обнаружена с потреблением круп, рыбы и мяса, овощей и зелени, молока и кисломолочных продуктов, в том числе творога. Выявленная статистически значимая отрицательная ассоциация концентрации селена с потреблением птицы, фруктов, сахара и кондитерских продуктов свидетельствует об отсутствии либо незначительном содержании микроэлемента в данных продуктах (Таблица 40).

Таблица 40 – Прогностическая модель селенового статуса у детей при увеличении потребления пищевых продуктов на 10 г/сут

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг селена в волосах детей*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Крупа	50	65,4	2,09	0,66	3,51	<0,001	0,59	1
Рыба	77	19,9	0,74	0,60	0,88	<0,001	0,58	2
Творог	60	31,5	1,97	1,59	2,36	<0,001	0,56	3
Мясо	78	27,24	0,47	0,37	0,56	<0,05	0,55	4
Овощи, зелень	320	199,9	0,14	0,11	0,17	<0,05	0,55	4
Кисломолочная продукция	180	28,5	0,28	0,22	0,33	<0,05	0,55	4
Молоко	350	89,5	0,27	0,22	0,33	<0,05	0,53	5

В модели однофакторной линейной регрессии (1) ожидаемое увеличение концентрации селена и йода в организме у детей оценивают с помощью найденных коэффициентов регрессии β (Таблицы 40 и 42) при повышении среднесуточного потребления пищевых предикторов на каждые 10 г, приоритет согласно рангу (ранг 1 – сильное влияние, ранг 5 – слабое влияние).

В обозначенной модели увеличение потребления творога на 10 г приводило к повышению содержания селена на каждые 10 мг/кг в волосах у детей на $1,97 \times (10 / 0,271) \times 0,271 = 1,44$ мг/кг ($p < 0,001$) и т. д.

В Таблице 41 представлены коэффициенты в многофакторной модели прогнозирования концентрации селена у детей.

Таблица 41 – Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации селена у детей

Предиктор	β	95% ДИ	p
Свободный коэффициент	0,13	–	–
Рыба ($\times 100$ ед.)	0,99	0,04; 1,94	0,041
Овощи, зелень ($\times 100$ ед.)	0,41	0,02; 0,84	0,05
Молоко ($\times 100$ ед.)	-1,19	-2,01; -0,37	0,005
Творог ($\times 100$ ед.)	1,96	0,16; 3,75	0,033
Крупы ($\times 100$ ед.)	1,79	0,66; 3,51	0,005

Модель многофакторной линейной регрессии ожидаемой концентрации селена у детей (5):

$$Se_d = 0,13 + \beta_X \times (X / 100) + \beta_Y \times (Y / 100) - \beta_Z \times (Z / 100) + \beta_O \times (O / 100) + \beta_A \times (A / 100), \quad (5)$$

где Se_d – ожидаемая концентрация селена в волосах у детей, $\beta_{пр}$ – коэффициент регрессии для соответствующего продукта, X, Y, Z, O, A – масса продукта (г).

Полученная модель характеризовалась коэффициентом детерминации $R^2 = 0,63$.

С опорой на коэффициенты полученной регрессионной модели разработана номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у детей (Рисунок 31).

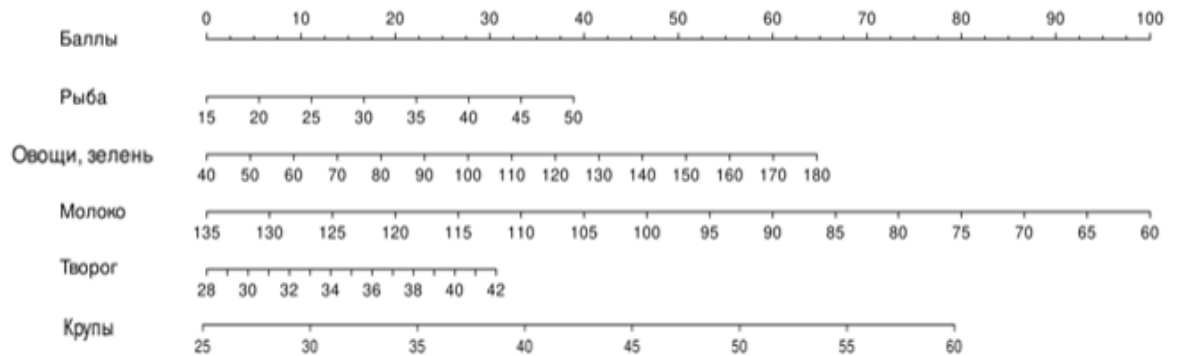


Рисунок 31 – Номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у детей

Для того чтобы оценить ожидаемую концентрацию селена, требуется применительно к каждому предиктору определить соответствующий его массе балл, не превышая рекомендуемые уровни суточного потребления, а затем провести нормаль на шкалу «Баллы» (Рисунок 32).

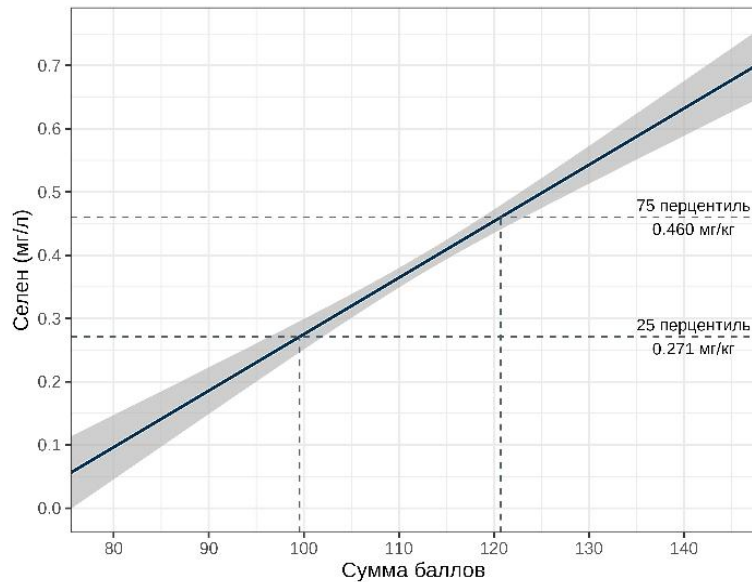


Рисунок 32 – Ожидаемая концентрация селена с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов

Далее, суммируя баллы, необходимо ориентироваться на диапазон 99–122 балла, что соответствует ожидаемой концентрации селена в волосах у детей в пределах от 25 до 75 центиля – 0,271 и 0,46 мг/кг соответственно (Рисунок 32).

В модели однофакторной регрессии увеличение потребления рыбы детьми приводило к ожидаемому повышению содержания йода в их волосах на каждые 10 мг/кг на $0,20 \times (10 / 0,120) \times 0,120 = 1,99$ мг/кг ($p < 0,001$) и т. д. Коэффициенты регрессии ожидаемой концентрации йода в организме детей представлены в Таблице 42.

Таблица 42 – Прогностическая модель повышения обеспеченности детей йодом при изменении потребления пищевых продуктов на каждые 10 г/сут

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг йода в волосах детей*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Рыба	77	19,9	0,20	0,12	0,52	<0,001	0,36	1
Молоко	350	89,5	0,07	0,02	0,19	<0,05	0,34	2
Фрукты	185	44,3	0,23	0,09	0,37	<0,05	0,19	3
Крупа	50	65,4	1,34	0,87	3,56	<0,05	0,17	4

Продолжение Таблицы 42

Пищевые предикторы селенового статуса	Рекомендуемые уровни потребления, г/сут	Средний уровень потребления продуктов, г/сут	Коэффициент регрессии на каждые 10 мг/кг йода в волосах детей*			p	R ²	Ранг
			β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Творог	60	31,5	0,54	0,03	1,40	<0,05	0,16	5
Мясо	78	27,24	0,12	0,09	0,32	<0,05	0,16	5
Кисломолочная продукция	180	28,5	0,07	0,01	0,19	<0,05	0,12	6

Примечание: * Содержание йода ниже 2-го квартиля, равного 0,120 мг/кг; β – коэффициент регрессии; ДИ – доверительный интервал; R² – коэффициент детерминации.

В таблице 43 показаны коэффициенты в многофакторной модели прогнозирования концентрации йода у детей, полученной при пошаговом исключении предикторов на основании АИС, что характеризовалась коэффициентом детерминации R² = 0,46.

Таблица 43 – Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации йода у детей

Предиктор	β	95% ДИ	p
Свободный коэффициент	2,48	–	–
Рыба (× 100 ед.)	0,99	0,04; 1,94	0,041
Фрукты (× 100 ед.)	0,41	0,02; 0,84	0,05
Кисломолочная продукция (× 100 ед.)	-1,19	-2,01; -0,37	0,005
Творог (× 100 ед.)	1,96	0,16; 3,75	0,033
Крупы (× 100 ед.)	1,79	0,66; 3,51	0,005

Модель многофакторной линейной регрессии ожидаемой концентрации йода у детей (6):

$$I_d = 2,48 + \beta_X \times (X / 100) + \beta_Y \times (Y / 100) - \beta_Z \times (Z / 100) + \beta_O \times (O / 100) + \beta_A \times (A / 100), \quad (6)$$

где I_д – ожидаемая концентрация йода в волосах у детей, β_{пр} – коэффициент регрессии для соответствующего продукта, X, Y, Z, O, A – масса продукта (г).

На основе коэффициентов полученной регрессионной модели разработана номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода у детей (Рисунок 33).

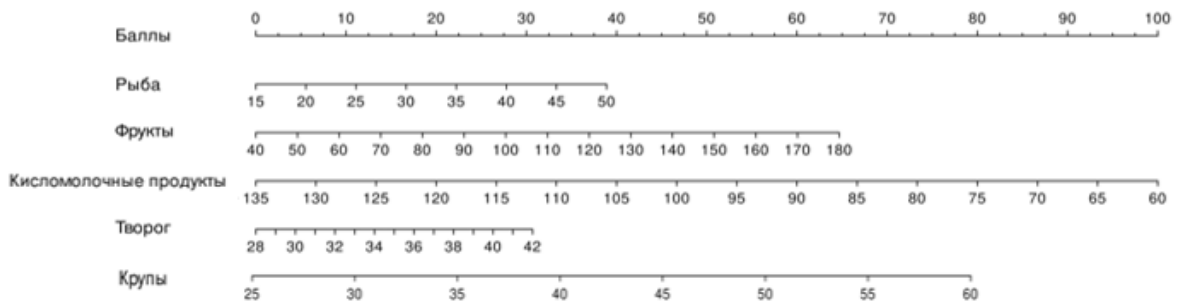


Рисунок 33 – Номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода у детей

Для того чтобы оценить ожидаемую концентрацию йода, требуется применительно к каждому предиктору определить соответствующий его массе балл, не превышая рекомендуемые уровни суточного потребления, а затем провести нормаль на шкалу «Баллы» (Рисунок 34).

Затем, суммируя баллы, необходимо ориентироваться на диапазон 60–300 баллов, что соответствует ожидаемой концентрации йода в волосах у детей в пределах от 25 до 75 центиля – 0,12 и 2,622 мг/кг соответственно (Рисунок 34).

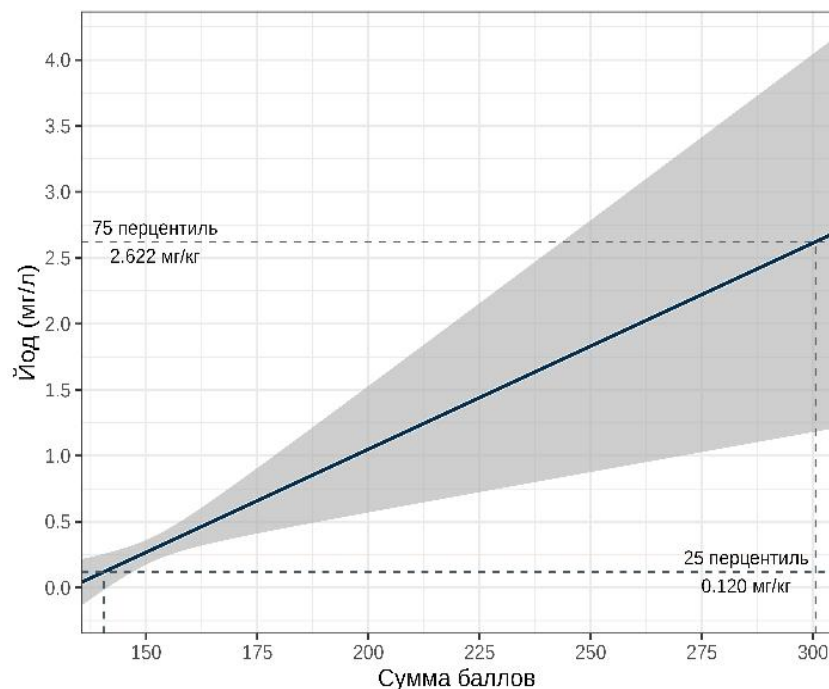


Рисунок 34 – Ожидаемая концентрация йода с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов

В модели линейной регрессии с логарифмической трансформацией (4) с использованием соответствующих коэффициентов (Таблица 44) увеличение концентрации селена на 0,1 мг/кг в волосах у детей сопровождалось уменьшением индекса массы тела в среднем на 7% ($22,5 \text{ кг/м}^2 + (-5,8) \times \text{Se}$ ($p=0,045$)), уменьшением жировой массы на 13% ($15,7 \text{ кг} + (-7,6) \times \text{Se}$ ($p=0,033$)), увеличением основного обмена на 20%, что демонстрирует дозозависимую связь между количеством микроэлемента и ЖМ, ИМТ, ОО.

Таблица 44 – Прогностическая модель изменений индекса массы тела, жировой массы, основного обмена, уровня концентрации внимания и памяти в зависимости от уровня обеспеченности селеном детского населения

Показатели	Среднее значение показателей (1-я группа)	Коэффициент регрессии при увеличении концентрации селена в волосах			p	R ²	Ранг
		β	Нижняя граница 95% ДИ	Верхняя граница 95% ДИ			
Дети 0–14 лет (увеличение концентрации селена на каждые 0,1 мг/кг)							
Основной обмен, ккал	1128	931	754	1056	<0,001	0,67	1
Жировая масса, кг	15,7	-7,6	-9,3	-3,1	<0,050	0,59	2
Индекс массы тела, кг/м ²	22,5	-5,8	-6,9	-3,5	<0,050	0,58	3
Концентрация внимания и памяти, слов	8,5	8,6	3,94	9,59	<0,050	0,56	4

5.3. Оценка эффективности применения оптимизированного рациона среди взрослого населения

Согласно полученным результатам исследования лица с избыточной массой тела и ожирением статистически значимо чаще встречались среди обследованных с низким селеновым уровнем, имеющих дефицитное как по селену, так и йоду фактическое питание. А точнее, для них слабохарактерно потребление рыбы, крупы, мяса, овощей (без картофеля), кисломолочной продукции.

Результаты исследования явились основанием создания оптимизированного рациона для населения с недостаточной обеспеченностью селеном, при этом использовались разработанные модели факторного анализа. Важная роль отводится ассортименту пищевой продукции с учетом ее эффекта для организма. Новый рацион включает выявленную группу пищевых продуктов – предикторов, которые повышают обеспеченность селеном и йодом, имея высокую биологическую ценность.

Инновационный подход позволяет разнообразить питание, сбалансировать его по продовольственному набору, увеличив содержание продуктов растительного происхождения (источников пищевых волокон) на 30% без картофеля, рыбы и кисломолочной продукции, в том числе творога, на 50%, крупы на 10%, оптимизировать соотношение белков растительного и животного происхождения как 1:1 (тем самым свидетельствуя об их более высоких пищевых свойствах относительно углеводов и жиров), а также снизить количество кондитерских изделий и сахара, улучшить витаминно-минеральный состав. Оптимизированный 7-дневный рацион представлен в приложении Б.

Взрослых из числа обследованных лиц с недостаточной обеспеченностью селеном разделили на две группы: основную (где получили, подписав согласие, и использовали в течение месяца разработанный оптимизированный рацион) и контрольную. В каждой – 30 человек, сопоставимых по возрасту, полу, физической активности.

Me возраста в основной группе составила 35,5 года, Q1–Q3 равны 26–49, в контрольной – 34 года, Q1–Q3 равны 27–48. Обе группы не различались по концентрации селена в волосах, и она составила 0,205 и 0,201 мг/кг соответственно ($p>0,05$).

Апробация нового рациона среди взрослого населения длилась не более чем 30 дней. За это время наблюдения у обследованных в основной группе снизились ИМТ и ИТБ в среднем на 4,2 и 4,5% соответственно, но незначительно по критерию Манна Уитни ($p>0,05$) (Таблица 45).

Таблица 45 – Динамика антропометрических данных, $M \pm m$

Показатели	I визит		II визит		p
	Основная группа (n = 30)	Контрольная группа (n = 30)	Основная группа (n = 30)	Контрольная группа (n = 30)	
ИМТ, $кг/м^2$	$26,8 \pm 1,5$	$26,9 \pm 1,4$	$25,7 \pm 1,3$	$27 \pm 1,4$	$>0,05$
ИТБ	$0,9 \pm 0,05$	$0,9 \pm 0,01$	$0,86 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,02$	$>0,05$

По данным биоимпедансометрии (Рисунки 35 и 36) в основной группе статистически значимо по критерию Манна Уитни ($p < 0,05$) жировая масса снизилась на 7,1%, а основной обмен увеличился на 7,8%, что подтверждает результаты регрессионного анализа с логарифмической трансформацией.

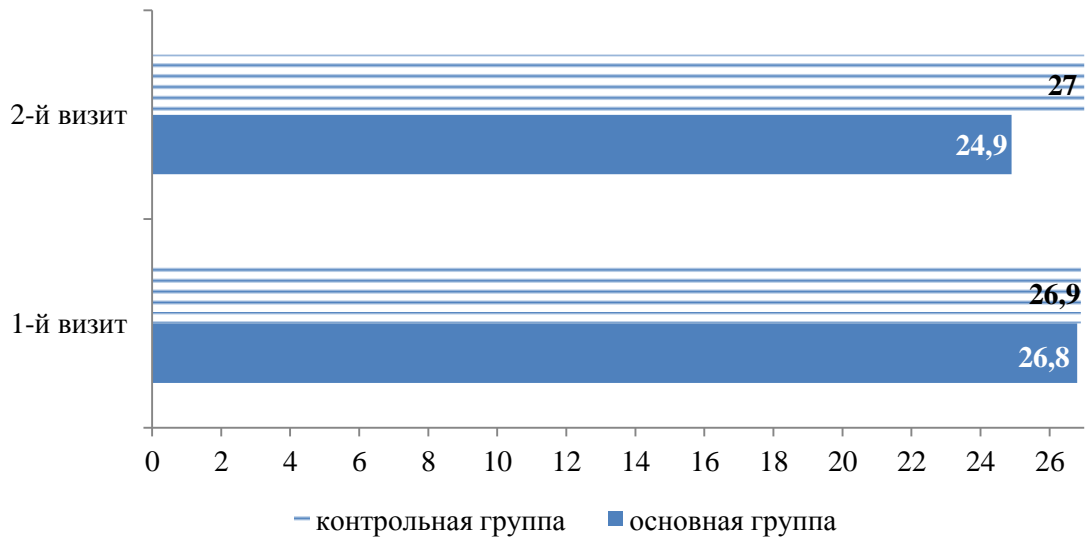


Рисунок 35 – Среднее значение содержания жировой массы у обследованных в динамике, кг

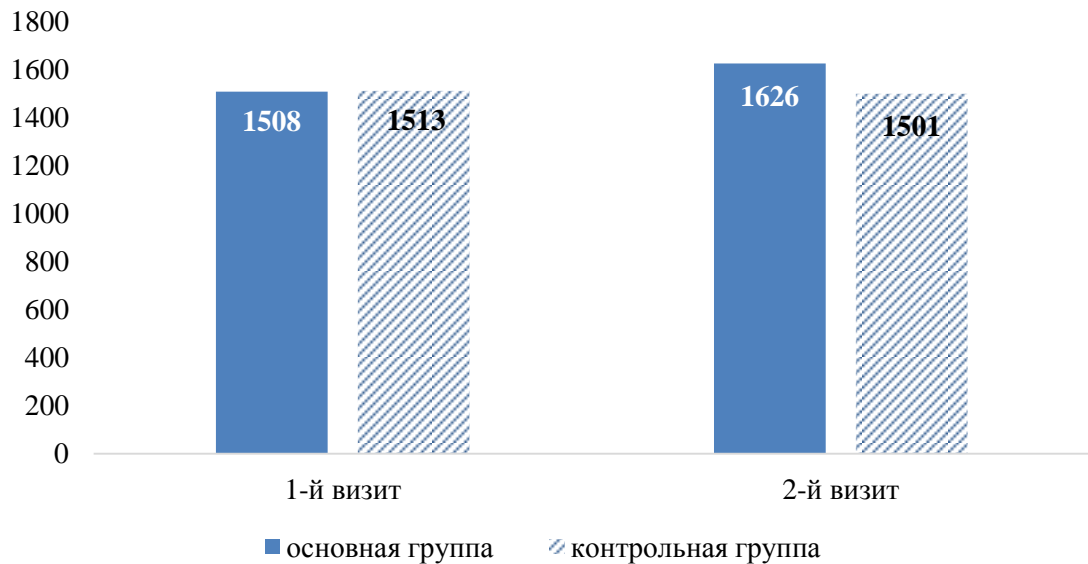


Рисунок 36 – Среднее значение основного обмена у обследованных в динамике, ккал

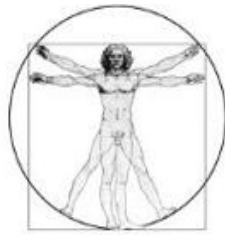
В основной группе статистически значимо значения АКМ увеличились на 5,5%, СММ – 6,8% ($p < 0,05$) (Таблица 46), что свидетельствует об улучшении белкового питания.

Таблица 46 – Данные биоимпедансометрии в динамике, $M \pm m$

Показатели	I визит		II визит		$P_{осн}$	$P_{конт}$
	Основная группа (n = 30)	Контрольная группа (n = 30)	Основная группа (n = 30)	Контрольная группа (n = 30)		
Жировая масса, кг	$27,8 \pm 1,3$	$26,9 \pm 1,4$	$25,9 \pm 1,4$	$27,0 \pm 1,5$	$<0,05$	$>0,05$
Основной обмен, ккал	1508 ± 104	1513 ± 103	1626 ± 105	1501 ± 99	$<0,05$	$>0,05$
Активно-клеточная масса, кг	$27,5 \pm 1,4$	$27,2 \pm 1,5$	$29,1 \pm 1,5$	$26,9 \pm 1,3$	$<0,05$	$>0,05$
Скелетно-мышечная масса, кг	$29,2 \pm 1,3$	$29,5 \pm 1,3$	$31,1 \pm 1,4$	$29,2 \pm 1,5$	$<0,05$	$>0,05$

У обследованных в контрольной группе, как видно из таблицы 46, показатели изменились незначительно ($p > 0,05$).

На рисунках 37 и 38 представлены протоколы исследования компонентного состава тела в динамике – основная и контрольная группы.



НТЦ "Медасс"



Оценка состава тела (биоимпедансный анализ)

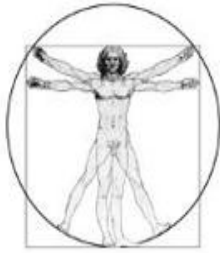
Пациент:

Возраст: 49 лет



Результаты измерений			Норма
Дата измерения	21.01.2020	25.02.2020	
Время измерения	11:00:49	9:21:50	
Рост (см)	158.0	158.0	
Вес (кг)	68.0	68.0	
Изменение веса (кг)		0.0	
Индекс массы тела	27.2	27.2	18.7 - 25.0
Окружность талии (см)	83.0	84.0	
Окружность бедер (см)	95.0	96.0	
Индекс талия/бедра	0.87	0.88	0.60 - 0.85
R50 (Ом)	518	470	
Xc50 (Ом)	64	70	
R5 (Ом)	592	568	
Фазовый угол (град)	7.05	8.5	5,4 - 7,8
Жировая масса (кг)	21.7	19.2	7.6 - 15.8
Изменение ЖМ (кг)		-2.5	
Жировая масса (%)	31.9	28.2	20 - 30
Тощая масса (кг)	46.3	48.6	31.3 - 49.9
Акт. клет. масса (кг)	27.1	31.3	16.4 - 26.3
Изменение АКМ (кг)		4.2	
Доля АКМ (%)	58.6	64.2	50 - 56
Скел.-мыш. масса (кг)	20.8	22.8	14.5 - 24.3
Скел.-мыш. масса (%)	45.0	46.7	42.3 - 50.3
Общая жидкость (кг)	33.9	35.8	22.9 - 36.6
Внеклеточная жидк. (кг)	14.1	14.4	10.6 - 13.9
Внутриклет. жидк. (кг)	19.8	21.3	
Изменение ОЖ (кг)		1.9	
Твердые фракции (кг)	12.4	13.1	
Основной обмен (ккал)	1473	1606	
Удельн. обм. (ккал/кв.м)	887.4	967.7	777.0 - 894.0

Рисунок 37 – Протокол исследования компонентного состава тела обследованного основной группы



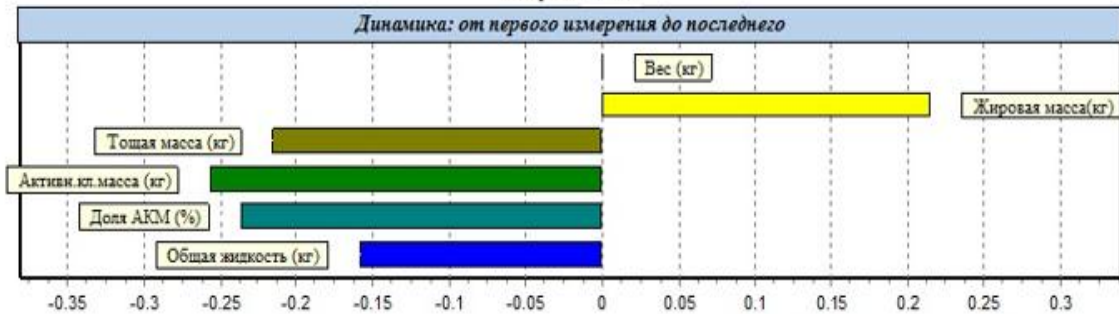
НТЦ "Медасс"



Оценка состава тела (биоимпедансный анализ)

Пациент:

Возраст: 35 лет



		Результаты измерений		Норма
Дата измерения	22.01.2020	25.02.2020		
Время измерения	17:39:59	14:23:24		
Рост (см)	173.0	173.0		
Вес (кг)	73.0	73.0		
Изменение веса (кг)		0.0		
Индекс массы тела	24.4	24.4		19.6 - 25.4
Окружность талии (см)	93.0	93.0		
Окружность бедер (см)	99.0	98.0		
Индекс талия/бедра	0.94	0.95		0.80 - 1.00
R50 (Ом)	562	567		
Xc50 (Ом)	72	72		
R5 (Ом)	663	667		
Фазовый угол (град)	7.26	7.2		5,4 - 7,8
Жировая масса (кг)	18.5	18.7		6.9 - 13.8
Изменение ЖМ (кг)		0.2		
Жировая масса (%)	25.3	25.6		15 - 26
Тошная масса (кг)	54.5	54.3		43.0 - 65.1
Акк.клет.масса (кг)	32.4	32.2		23.7 - 35.8
Изменение АКМ (кг)		-0.3		
Доля АКМ (%)	59.5	59.2		53 - 59
Скел.-мыш. масса (кг)	26.4	26.2		20.7 - 32.8
Скел.-мыш. масса (%)	48.5	48.2		45.0 - 55.0
Общая жидкость (кг)	39.9	39.8		31.5 - 47.5
Внеклеточная жидк. (кг)	14.9	14.8		13.9 - 16.9
Внутриклет. жидк. (кг)	25.0	24.9		
Изменение ОЖ (кг)		-0.2		
Твердые фракции (кг)	14.6	14.6		
Основной обмен (ккал)	1641	1632		
Удельн. обм. (ккал/кв.м)	882.0	877.6		875.0 - 963.0

Рисунок 38 – Протокол исследования компонентного состава тела обследованного контрольной группы

Вышеуказанные данные свидетельствуют о динамике позитивных изменений основного обмена и компонентного состава тела в основной группе и негативных изменениях (или их отсутствии) компонентного состава тела в контрольной группе.

При оценке функциональных изменений памяти и внимания по методике В. П. Соломина «Расстановка чисел» установлено: изначально низкое среднее значение в обеих группах увеличилось до нормируемого, но в основной – динамика была более существенная: 6,8% ($p=0,001$) против 0,5% ($p=0,002$) в контрольной, что удостоверяет улучшение искомых показателей.

Таким образом, применение оптимизированного рациона обследованными лицами старше 18 лет с низкой обеспеченностью селеном из основной группы привело к статистически значимому положительному эффекту, проявившемуся в увеличении основного обмена на 7,8%, активно-клеточной и скелетно-мышечной массы на 5,5 и 6,8% соответственно, в снижении жирового компонента тела на 7,1% и в улучшении избирательного внимания на 6,8%. Разработанный рацион подтвердил свою действенность по динамике компонентного состава тела ($p<0,05$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Недостаточность селена и йода в окружающей биогеохимической среде (питьевая вода, почва, пищевые продукты) отражается на балансе микроэлементов в организме как детского, так и трудоспособного взрослого населения, приводя к нарушению обменных процессов, психического статуса и повышая восприимчивость организма к внешним факторам. В количественном отношении и селен, и йод составляют ничтожную долю в человеческом теле, но оба они важны в качестве микрокомпонентов [3, 23, 26, 35, 49, 195, 196].

В исследованиях российских и зарубежных авторов представлены работы по снижению концентрации селена в некоторых пищевых продуктах после термообработки, по влиянию дефицита селена на функционирование организма людей, в том числе детей [35, 40, 89, 95], но отсутствуют данные об изменениях в биологических тканях в зависимости от сезонного обеспечения детского и взрослого населения минеральными веществами [12, 20, 71], в том числе селеном и йодом.

В РТ ранее проводились исследования относительно содержания йода в рационе питания населения (А. М. Хакимова, 1983), биогеохимических аспектов эндемического зоба и его профилактики [112]. По результатам других изысканий (Р. А. Файзуллина, 2002) предложены комплексы медико-экологической реабилитации детей с гастродуоденальной патологией при нарушениях микроэлементного статуса и внедрена оценка фактического питания школьников с рекомендациями по их коррекции в РТ [109]. В ряде работ (З. Ф. Сафиуллина, 2013) отражены результаты лабораторных исследований содержания витамина С, бета-каротина, цинка и селена в основных пищевых продуктах производства РТ, реализуемых в магазинах, а также предложены оптимизированные рационы питания для супружеских пар в комплексе мер профилактики нарушений репродуктивного здоровья [85]. Однако в указанных трудах отсутствуют данные по лабораторной оценке содержания селена в готовых блюдах, суточном рационе

с применением факторного анализа; не определялась взаимосвязь обеспеченности населения селеном и йодом с компонентным составом тела, основным обменом.

Целью настоящего исследования было обосновать профилактические мероприятия по повышению обеспеченности населения селеном и йодом на основе изучения уровней алиментарного поступления данных микроэлементов.

Чтобы достичь указанной цели, использован следующий дизайн: проспективное лонгитудинальное когортное исследование для выявления взаимосвязи обеспеченности селеном детского и взрослого населения с антропометрическими показателями и функциональным состоянием нервной системы, а также определения группы пищевых продуктов – предикторов, которые повышают уровень селена и йода в человеческом организме, и оценки эффективности оптимизированного рациона.

Решить поставленные задачи призван комплекс лабораторных и инструментальных исследований, включающих, с одной стороны, оценку суточных рационов, определение группы пищевых продуктов – предикторов, повышающих уровень селена и йода в организме человека, для оптимизации рациона, с другой – анализ компонентного состава тела, сравнение результатов в группах с дефицитом селена и его нормальным уровнем в волосах.

В качестве объекта исследования взяты 81 ребенок и 140 взрослых. Из них выделено 41 и 80 человек соответственно в 1-ю группу ввиду низкого уровня селена в волосах для комплексной оценки взаимосвязи слабой обеспеченности данным микроэлементом с антропометрическими показателями и функциональным состоянием нервной системы. Остальные составили 2-ю группу, имея концентрацию селена в волосах в пределах нормы. Из числа лиц старше 18 лет с низкой обеспеченностью селеном 60 человек на добровольной основе отобраны для определения эффективности оптимизированного рациона и его влияния на динамику изменений компонентного состава тела, основного обмена и избирательного внимания.

В ходе осуществленных исследований биоматериалов (волос) на содержание селена установлено: различия значений q_{25} в городе

Лениногорск РТ по сравнению с данными, опубликованными по результатам масштабных исследований в ПФО и РТ [82], являются статистически незначимыми ($p > 0,05$). Поэтому в настоящей диссертационной работе используется нижний квартиль, установленный среди обследованного населения города Лениногорск РТ: 0,27 и 0,29 мг/кг у детей и взрослых соответственно.

Кроме того, проведены исследования биоматериалов на установление количества йода. Важно отметить, что высокие медианы содержания данного микроэлемента в волосах у детей ПФО (0,82 мг/кг) и РТ (1,24 мг/кг) относительно медиан, установленных в городе Лениногорск РТ (0,12 мг/кг), в то время как у взрослых в ПФО – 0,15 мг/кг, РТ – 0,29 мг/кг и городе Лениногорск РТ – 0,16 мг/кг, не повлияли на существенность различий ($p > 0,05$) значений нижнего квартиля, но это стало более строгим критерием при оценке йододефицитных состояний у обследованного населения.

В литературе описаны исследования крови, волос на содержание селена и йода [13, 82, 92, 116, 168, 172, 208], но до сих пор не дана сравнительная характеристика обеспеченности названными микроэлементами в разные сезоны учебного года. Между тем в рамках настоящей работы анализ распространенности йододефицитных состояний среди обследованного населения в зависимости от обеспеченности селеном показал, что низкий уровень йода в осенне-зимний период статистически значимо выше в группе 1-й, чем в группе 2-й, как среди детей – 75,6% ($\varphi_{эмп} = 2,886$) и 82,9% ($\varphi_{эмп} = 3,456$) случаев соответственно, так и среди взрослых – 58,8% ($\varphi_{эмп} = 4,561$) и 65% ($\varphi_{эмп} = 3,976$) случаев соответственно. Весной у тех и других отмечается физиологически оптимальный уровень йода в 100% случаев. Возможно, это связано с тем, что расход микроэлементов в организме человека, в том числе селена и йода, выше в холодное время года, чем в период активной инсоляции (именно такова позиция академика И. И. Дедова [29]).

Недостаточность микроэлементов в рационе, как известно, отражается на обеспеченности ими населения [42, 77, 82, 172]. Однако до сих пор мало научных трудов по определению содержания селена в пищевых продуктах после

термообработки и в ежедневном питании взрослых и школьников [35, 89, 95]. Так, установлено, что количество селена в блюдах школьного меню, приготовленных путем варки, тушения, запекания или припекания, уменьшается, а именно: *минтай* – в 20 раз, *яйцо* – в 11 раз, *говядина* – в 8 раз, *крупа пшеничная* – в 4 раза, *овощи* – в 1,6 раза. Особо следует сказать о таком блюде, как каша пшеничная, где снижение селена незначительно (менее 10%). Необходимо также отметить: только в 60% торговых точек Лениногорского района РТ реализуется обогащенная йодом продукция, а продовольственных товаров, обогащенных селеном, в продаже не выявлено.

Среднесуточное поступление селена и йода с рационом у школьников ниже в группе 1-й, чем в группе 2-й, на 41 и 25% соответственно. Среди взрослых ситуация отчасти схожая (45 и 26% соответственно). В осенне-зимний период недостаток селена в суточном питании детского и взрослого населения встречается чаще на 16,4 и 27,5% соответственно.

Высокие количественные значения йода в волосах обследованного населения весной и недостаточное поступление селена с рационом питания свидетельствуют о незначительном влиянии на йодный обмен у здоровых людей среднесуточного поступления селена на уровне: $25 \pm 6,8$ и $30 \pm 8,5$ мкг у детей и взрослых соответственно.

В последнее время многие исследователи приходят к выводу, что у здоровых людей только глубокий дефицит селена, возникающий при длительном поступлении минерала менее 5 мкг/сут [52, 93], может повлиять на функцию щитовидной железы, а именно на синтез Т3 [102].

Помимо вышеуказанного, оценен микронутриентный состав рациона обследованного населения по жирорастворимым витаминам А и Е, В₂ и С, содействующим повышению биодоступности селена (до 80%) [52, 88]. Так, рационы питания характеризуются в обеих группах существенной недостаточностью витамина А (дети – 79,8 и 87,2%; взрослые – 84,9 и 89,7% соответственно), витамина С (дети – 74,9 и 88,2%; взрослые – 78,9 и 87,2%

соответственно), витамина В₂ (дети – 91,8 и 89,1%; взрослые – 93,5 и 92% соответственно), тогда как содержание витамина Е отвечает нормам.

Сравнительный анализ среднесуточного набора рационов обследованных в группах 1-й и 2-й выявил недостаточное от РУП потребление таких продуктов, как: *мясо* – 34,9 и 82,4% соответственно у детей, 49,5 и 75,3% соответственно у взрослых; *рыба* – 25,8 и 55,1% соответственно у детей, 70,3 и 87,6% соответственно у взрослых; *молоко* – 19,8 и 36,8% соответственно у детей; *кисломолочная продукция* – 15,8 и 48,6% соответственно у детей; *молоко и кисломолочная продукция* – 47 и 62,3% соответственно у взрослых; *фрукты свежие* – 23,9 и 85,5% соответственно у детей, 32,2 и 55,3 % соответственно у взрослых. Кроме этого, в 1-й группе в отличие от группы 2-й зафиксировано потребление перечисленных продуктов ниже у школьников в 2 раза и более, а у трудоспособного населения – в 1,5–1,8 раза. В то же время выявлено значительное превышение в рационе детей сахара – на 68,5 и 62% соответственно, кондитерских изделий – в 2,2 и 2,3 раза соответственно, тогда как у взрослых – на 14,5 и 15,4% соответственно. В структуре рациона детей и взрослых отмечено в среднем несущественное превышение жиров ($p>0,05$) и углеводов ($p>0,05$), причем простые углеводы составляют 17,6% у школьников и 13,2% у трудоспособного населения (при норме 10%). Среднее значение калорийности рациона несущественно ниже нормы в 1-й группе, а у 2-й – выше как среди детей, так и среди взрослых ($p>0,05$).

Недостаточное потребление фруктов и овощей может привести к нарушению микробиоты в кишечнике, тогда как избыточное потребление сахара и кондитерских изделий не способствует достаточному усвоению селена, что подтверждается данными научной литературы. В частности, для усвоения этого микроэлемента нужно фактическое отсутствие свободного сахара в рационе, а чрезмерное потребление продуктов промышленного производства с добавленным сахаром способствует усилению системного окислительного стресса и возникновению хронического воспаления в организме, отсюда резкое снижение у населения селена [111].

Особо следует обратить внимание на структуру белкового компонента рациона. Так, у детей белок обеспечивал 13–15% суточного поступления энергии, что находится в пределах рекомендуемых величин 10–14%, однако доля животного белка в группе 1-й составила 27,14%, а в группе 2-й – 41,34% (при норме не менее 50%). Что касается взрослого населения, белок обеспечивал рекомендуемую норму в пределах 13–14% суточного поступления энергии, при этом доля животного белка в группе 1-й составила 34,4%, в группе 2-й – 43,1%, и это может являться негативным фактором, снижающим усвояемость селена и обеспеченность им организма, так как селенометионин в составе белка животного происхождения повышает биодоступность селена, что согласуется с литературными данными [2, 36, 40].

Результаты исследования свидетельствуют о несбалансированном питании и не противоречат известным фактам [36, 75], между тем вызывают необходимость адекватной коррекции микроэлементного дисбаланса путем оптимизации рациона.

На основе многофакторного регрессионного анализа установлены группы пищевых продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность населения селеном, с одной стороны: у детей ($R^2 = 0,63$) – крупа, рыба, овощи (без картофеля), молоко, творог; у взрослых ($R^2 = 0,55$) – рыба, крупа, мясо, овощи (без картофеля), кисломолочная продукция; с другой – йодом: у детей ($R^2 = 0,46$) – рыба, фрукты, творог, кисломолочная продукция, крупа; у взрослых ($R^2 = 0,43$) – рыба, крупа, овощи (без картофеля), кисломолочная продукция.

Многие ученые считают: незначительное количество селена достаточно для адекватной активности дейодиназ, поэтому значимого влияния на синтез гормонов щитовидной железы дефицит селена у здоровых людей не оказывает. В то же время отмечено, что недостаточное потребление с пищей данного микроэлемента, концентрация которого снижается после термообработки [101], по всей видимости, сказывается на развитии различной патологии щитовидной железы. По мнению большинства зарубежных и отечественных авторов, селен

воздействует на иммунную систему посредством регуляции продукции активных форм кислорода и их метаболитов [102].

В настоящей работе впервые проведен сравнительный биоимпедансный анализ компонентного состава тела и основного обмена у детей и взрослых с разным уровнем обеспеченности селеном. В итоге выявлены статистически значимые различия между обследованными детьми с ожирением и избыточной массой тела в группах 1-й (35 и 31% соответственно) и 2-й (17 и 23% соответственно) ($p < 0,05$). Дети в 1-й группе в среднем имели статистически существенно больший индекс массы тела, тенденцию к более высокой жировой массе ($p < 0,05$; $R^2 = 0,65$) и меньший уровень основного обмена ($p < 0,05$; $R^2 = 0,62$) по сравнению с детьми в группе 2-й. Среди взрослых удельный вес обследованных 1-й группы с ожирением и избыточной массой тела составляет 53% среди мужчин, что достоверно отличается от мужчин в группе 2-й – 26%; у женщин – 49 и 22% соответственно ($p < 0,05$).

У взрослого населения в 1-й группе основной обмен статистически значимо ниже, но при этом индекс массы тела и содержание жировой массы выше по сравнению с мужчинами и женщинами аналогичного возраста в группе 2-й ($p < 0,05$).

Мониторинг данных инструментального анализа содержания жирового компонента состава тела выявил достоверно высокую долю лиц с избыточным массой тела и ожирением среди обследованных взрослых с низким уровнем обеспеченности селеном, что совпадает с данными последних исследований, которые показывают, что уровень селена отрицательно коррелирует с ожирением [45, 86, 125, 152, 175, 189, 191]. Вероятно, это связано с тем, что селен и селенопротеины, входящие в состав фермента антиоксидантного действия – глутатионпероксидазы, необходимы для функционирования жировой ткани и адипоцитов, а избыток или снижение уровня селенопротеинов может вызывать дисфункцию адипоцитов [45, 86, 152, 189], приводя к накоплению жирных кислот и нарушению обмена веществ. Этот процесс усугубляет несбалансированное питание, способствуя повышению массы тела и ожирению [18, 54, 55].

Так, в модели линейной регрессии с логарифмической трансформацией увеличение концентрации селена на 0,1 мг/кг в волосах у детей сопровождается, с одной стороны, уменьшением индекса массы тела в среднем на 7% ($p=0,045$), жировой массы на 13% ($p=0,033$) и, с другой – увеличением основного обмена на 20%, а удвоение содержания селена в волосах у взрослых дает уменьшение индекса массы тела на 5%, жировой массы на 4% ($p=0,008$) и увеличение основного обмена на 22%. Тем самым становится очевидна дозозависимая связь между уровнем концентрации Se в волосах и ЖМ, ИМТ, ОО.

Более того, низкая обеспеченность селеном и йодом у обследованного населения оказывает негативное влияние на функции нервной системы. Сезонное тестирование на избирательное внимание в течение учебного года среди школьников показало следующее: низкий уровень концентрации внимания и памяти статистически значимо чаще в 3 раза встречается в 1-й группе в период осенне-зимний, чем весенний. Достоверность различий долей с низким уровнем концентрации внимания и памяти у детей в 1-й группе в феврале и мае по критерию Фишера значима – $\varphi_{\text{ЭМП}} = 2,46$ и $\varphi_{\text{ЭМП}} = 1,309$ соответственно ($p < 0,01$), а в ноябре доля с недостаточной обеспеченностью селеном школьников с низким уровнем концентрации внимания и памяти встречается не чаще, чем в феврале – $\varphi_{\text{ЭМП}} = 1,632$ и $\varphi_{\text{ЭМП}} = 2,059$ соответственно ($p > 0,05$). Среди взрослых наибольший удельный вес с низким уровнем концентрации внимания и памяти выявлен в 1-й группе в зимний период, составив 44,9%, и только 10% с высоким уровнем избирательности внимания; в группе 2-й – 20% и 12% соответственно.

В ходе корреляционного анализа обнаружена статистически значимая прямая корреляция среднегодовой концентрации Se в волосах и уровня концентрации внимания и памяти как у детей, так и у взрослых ($p < 0,001$; $r = 0,59$). В то же время не установлено статистически значимой ассоциации концентрации йода в волосах обследованных школьников с уровнем концентрации внимания и памяти ($p > 0,05$; $r = 0,25$), и это не противоречит данным литературы [29].

Корреляционная связь содержания йода ($r = 0,130$) и селена ($r = 0,102$) в волосах детей и взрослых с тревожностью не выявлена ($p > 0,05$). Поступление этих микроэлементов с рационом питания в пределах 50% от суточной нормы не оказывает влияния на повышение уровня соответствующих нервных процессов (негативное эмоциональное состояние) у здоровых людей.

Результаты собственных лабораторных и инструментальных исследований показывают: малое содержание селена в источниках питьевой воды (0,0001 мг/л) и фактическом суточном рационе (25–30 мкг) достоверно коррелирует у обследованных лиц со снижением основного обмена и повышением массы тела, что может приводить к развитию ожирения, а также уменьшению концентрации внимания и памяти.

Итак, чем меньше Se в волосах, тем выше ИМТ, ЖМ и ниже ОО, уровень концентрации внимания и памяти, то есть существенное влияние дефицит селена оказывает на основной обмен, компонентный состав тела и функции нервной системы.

Недостаточная обеспеченность населения селеном и йодом в организме свидетельствует о необходимости коррекции микроэлементного статуса для снижения риска развития метаболического синдрома, ожирения [92, 146].

Все вышеуказанные сведения делают самоочевидной основой тактики профилактических мероприятий дефицитных состояний – разработку прогностической модели для оценки ожидаемой обеспеченности микроэлементами с целью оптимизации рациона.

Новый рацион для взрослого населения на основе факторного анализа включал выявленную группу пищевых продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность организма селеном и йодом, и соответствовал по пищевой ценности 1-й группе физической активности по МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».

Эффективность применения оптимизированного рациона для трудоспособного населения, апробация которого шла в течение одного месяца, и

влияние на компонентный состав тела взрослых, основной обмен, избирательное внимание изучены у 60 человек, которые поровну составили основную и контрольную группы. Питание согласно разработанному рациону 30 человек с низкой обеспеченностью селеном из основной группы привело к статистически значимому положительному результату, проявившемуся в увеличении основного обмена на 7,8%, активно-клеточной и скелетно-мышечной массы на 5,5 и 6,8% соответственно, а также в снижении жирового компонента тела на 7,1% и улучшении избирательного внимания на 6,8% ($p < 0,05$).

ВЫВОДЫ

1. Определены низкие среднесуточные уровни алиментарного поступления как селена ($25 \pm 6,8$ и $30 \pm 8,5$ мкг соответственно), так и йода ($101,5 \pm 10,3$ и $109,6 \pm 11,8$ мкг соответственно).

Только 60% торговых точек на территории Лениногорского района РТ реализуют пищевую продукцию, обогащенную йодом, а продовольственных товаров, обогащенных селеном, в продаже не выявлено.

2. Содержание селена в продуктах питания и блюдах после термообработки в сравнении с продовольственным сырьем снижается в минтае в 20 раз, в яйце в 11 раз, в говядине в 8 раз, в крупе пшениной в 4 раза, в овощах в 1,6 раза.

Установлены соответствующие группы пищевых продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность населения, с одной стороны, селеном: у детей ($R^2 = 0,63$) – это крупа, рыба, овощи (без картофеля), молоко, творог; у взрослых ($R^2 = 0,55$) – рыба, крупа, мясо, овощи (без картофеля), кисломолочная продукция; а с другой – йодом: у детей ($R^2 = 0,46$) – рыба, фрукты, творог, кисломолочная продукция, крупа; у взрослых ($R^2 = 0,43$) – рыба, крупа, овощи (без картофеля), кисломолочная продукция.

3. Распространенность йододефицитных состояний статистически значимо выше ($p < 0,001$) в группах с низкой обеспеченностью селеном в осенне-зимний период как у детей (75,6 и 82,9% соответственно), так и у взрослых (58,8 и 65% соответственно). Весной, независимо от обеспеченности селеном, у населения в целом отмечается физиологически оптимальный уровень йода.

Обнаружена дозозависимая связь между содержанием селена в волосах и ИМТ, ЖМ, ОО, уровнем концентрации внимания и памяти. Чем меньше Se в волосах, тем выше индекс массы тела, жировая масса и ниже основной обмен, уровень концентрации внимания и памяти.

4. Научно обоснована и разработана прогностическая модель для оценки ожидаемой обеспеченности селеном и йодом населения с целью коррекции

рациона питания при селено- и йододефицитных состояниях. Сформирован оптимизированный рацион с установленными продуктами – предикторами, повышающими обеспеченность населения селеном и йодом, направленный на улучшение компонентного состава тела. Применение данного рациона привело к статистически значимому положительному эффекту, проявившемуся в снижении жирового компонента тела на 7,1%, увеличении активно-клеточной и скелетно-мышечной массы на 5,5 и 6,8% соответственно, основного обмена на 7,8%, а также улучшении избирательного внимания на 6,8% ($p < 0,05$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. *Для медицинских работников школ, лечебно-профилактических учреждений, предприятий:* при проведении профилактических медицинских осмотров информировать детское и взрослое население по вопросам профилактики селено- и йододефицитных состояний; в ходе контроля организации питания особое внимание уделять включению в меню организованных коллективов продуктов – предикторов, повышающих обеспеченность организма селеном и йодом: у детей – это крупы, рыба, овощи и зелень, фрукты, кисломолочная продукция, молоко и творог; у взрослых – рыба, крупы, мясо, овощи и зелень, кисломолочная продукция.

2. *Управлениям Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в субъектах РФ:* при проведении надзорных мероприятий оценивать включение в программы производственного контроля предприятий пищевой промышленности, организаций общественного питания населения лабораторную оценку содержания селена и йода в продуктах питания и блюдах собственного производства с целью возможности оптимизации рациона населения по данным микроэлементам; включить в план проводимых мероприятий по гигиеническому воспитанию информационную кампанию среди различных групп населения по профилактике селено- и йододефицитных состояний; в ходе профилактических мероприятий консультировать администрации школ и предприятий по составлению корпоративных программ, направленных на укрепление общественного здоровья.

3. *Республиканским центрам общественного здоровья и медицинской профилактики в субъектах РФ:* при выявлении в ходе диспансеризации пациентов с избыточной массой тела и ожирением дополнительно обследовать на обеспеченность селеном и йодом; выявленным лицам с селено- и йододефицитными состояниями оказывать помощь в коррекции рационов питания на основе разработанной модели для оценки ожидаемой обеспеченности

организма данными микроэлементами; реализовывать программы по гигиеническому воспитанию в образовательных организациях и на предприятиях, направленные на повышение уровня грамотности по вопросам профилактики селено- и йододефицитных состояний.

4. *Для предприятий пищевой промышленности:* наладить выпуск продукции, содержащей нативный селен и йод, в целях обеспечения возможности оптимизировать рацион населения для профилактики селено- и йододефицитных состояний.

5. *Для организаций высшего медицинского образования:* формировать у студентов, врачей-ординаторов навыки гигиенического воспитания и обучения по здоровому питанию, в том числе по вопросам профилактики селено- и йододефицитных состояний.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Результаты проведенных исследований являются основой для дальнейшей разработки и модернизации методов прогнозирования селено- и йододефицитных состояний здоровья населения и снижения рисков развития избыточного веса, ожирения.

Актуальной остается оценка эффективности использования новых составов и компонентов для создания функциональных пищевых продуктов с заданными свойствами с целью повышения уровня селена и йода в рационе.

Необходим поиск превентивных инновационных подходов селено- и йододефицитных состояний как один из аспектов в комплексной профилактике риска возникновения избыточной массы тела и ожирения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиментарно-зависимые заболевания населения и гигиеническая характеристика факторов риска их развития на территории республики Татарстан / О. А. Фролова, Е. А. Тафеева, Д. Н. Фролов, Е. П. Бочаров // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 5. – С. 470–473.
2. Алиментарные факторы, влияющие на формирование пищевого статуса ребенка в школьном возрасте / О. В. Сазонова, Л. И. Мазур, С. А. Пыркова [и др.] // Вопросы детской диетологии. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 83–88.
3. Алфёрова, В. И. Йодная обеспеченность в России и мире: что мы имеем на 2019 год? / В. И. Алфёрова, С. В. Мустафина, О. Д. Рымар // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2019. – Т. 15, № 2. – С. 73–82.
4. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет / А. Н. Мартинчик, А. К. Батулин, Э. Э. Кешабянц [и др.] // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 4. – С. 50–60.
5. Элементный статус населения России / Л. И. Афтанас, Е. С. Березкина, Е. Ю. Бонитенко [и др.]. – Санкт-Петербург: Медкнига: ЭЛБИ-СПб, 2013. – Т. 4. – 576 с.
6. Баранов, А. А. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях / А. А. Баранов, В. Р. Кучма, Л. М. Сухарева. – М.: Геотар Медицина, 2008. – 432 с.
7. Изучение особенностей питания населения европейской и азиатской части Арктической зоны России / А. К. Батулин, А. В. Погожева, А. Н. Мартинчик [и др.] // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 83.
8. Белых, Н. А. Йодный дефицит и интеллект ребенка: механизмы негативного влияния и пути профилактики / Н. А. Белых // Наука молодых (Eruditio juvenium). – 2017. – С. 251–264.

9. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская, С. Г. Руднев. – М.: Наука, 2009. – 392 с.
10. Биосинтез и механизм встраивания селеноцистеина в синтезируемые белки / Е. Г. Варламова, М. В. Гольтяев, С. В. Новосёлов [и др.] // Молекулярная биология. – 2013. – Т. 47, № 4. – С. 558–567.
11. Бирюкова, Е. В. Современный взгляд на роль селена в физиологии и патологии щитовидной железы. Эффективная фармакотерапия / Е. В. Бирюкова // Эндокринология. – 2017. – Т. 8, № 1. – С. 34–41.
12. Бурляева, Е. А. Изменение структуры питания населения России за 100 лет / Е. А. Бурляева, А. О. Камбаров, Д. Б. Никитюк // Клиническое питание и метаболизм. – 2020. – Т. 1, № 1. – С. 17–26.
13. Бурцева, Т. И. Гигиеническая оценка обеспеченности селеном различных групп населения Оренбургской области / Т. И. Бурцева, Е. В. Сальникова, А. В. Скальный // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 45–48.
14. Радыш, И. В. Введение в элементологию / И. В. Радыш // Введение в элементологию: учебное пособие / И. В. Радыш, А. В. Скальный, С. В. Нотова [и др.]. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 6–98.
15. Взаимосвязь витамина А и функции щитовидной железы у жителей Арктики / А. Э. Елфимова, Е. В. Типисова, Ф. А. Бичкаева [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 4. – С. 66–73.
16. Влияние COVID-19 на продовольственную безопасность и питание: разработка эффективных политических мер по борьбе с пандемией голода и неполноценного питания // Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (FAO): официальный сайт. – URL: <https://www.fao.org/agroecology/database/detail/ru/c/1373801/> (дата обращения: 14.06.2024).
17. Волкова, А. Р. Тиреотропный гормон, лептин и показатели инсулинорезистентности у пациентов с ожирением после бариатрических

вмешательств / А. Р. Волкова, М. Б. Фишман, Г. В. Семикова // Ожирение и метаболизм. – 2020. – Т. 17, № 2. – С. 187–192.

18. Волкотруб, Л. П. Роль селена в развитии и предупреждении заболеваний (обзор) / Л. П. Волкотруб, Т. В. Андропова // Гигиена и санитария. – 2001. – № 3. – С. 57–61.

19. Всемирный доклад о старении и здоровье. Всемирная организация здравоохранения // Документационный центр ВОЗ. – 2016. – URL: <https://whodc.mednet.ru/ru/osnovnye-publikaczii/zdorove-licz-starshego-vozrasta/2387.html> (дата обращения: 14.06.2024).

20. Гигиеническая оценка организации питания школьников в общеобразовательных организациях Российской Федерации / А. Ю. Попова, И. Г. Шевкун, Г. В. Яновская, И. И. Новикова // Здоровье населения и среда обитания. – 2022. – № 2. – С. 7–12.

21. Глобальная стратегия и план действий по проблеме старения и здоровья. Всемирная организация здравоохранения // Документационный центр ВОЗ. – 2016. – URL: <https://whodc.mednet.ru/ru/osnovnye-publikaczii/zdorove-licz-starshego-vozrasta/2741.html> (дата обращения: 14.06.2024).

22. Глобальный доклад по диабету // Всемирная организация здравоохранения. – 2018. – URL: [https://rmbic.tatarstan.ru/file/rmbic/File/3\(10\).pdf](https://rmbic.tatarstan.ru/file/rmbic/File/3(10).pdf) (дата обращения: 14.06.2024).

23. Гмошинский, И. В. Минеральные вещества в питании человека. Селен: всасывание и биодоступность / И. В. Гмошинский, В. К. Мазо // Вопросы питания. – 2006. – Т. 75, № 5. – С. 15–21.

24. Голубкина, Н. А. Селен в продуктах растительного происхождения / Н. А. Голубкина, П. А. Полубояринов, А. В. Синдирева // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86, № 2. – С. 63–69.

25. Государственный доклад Управления Роспотребнадзора по Республике Татарстан «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Татарстан в 2022 году». – URL: <https://fbuz16.ru/wp-content/uploads/2023/03/gosudarstvennyj-doklad-o-sostoyanii->

[sanitarno-epidemiologicheskogo-blagopoluchiya-naseleniya-v-respublike-tatarstan-v-2022-godu.pdf](#) (дата обращения: 14.06.2024).

26. Гусейнов, Т. М. Селен и старение, роль селена в геронтологических процессах / Т. М. Гусейнов, Ф. Р. Яхъяева // Биомедицина. – 2015. – № 4. – С. 3–7.

27. Дадали, В. А. Окислительный стресс в структуре адаптационных реакций организма / В. А. Дадали // Медицинская психология в России: электронный научный журнал. – 2012. – № 3 (14). – URL: <http://medpsy.ru> (дата обращения: 14.06.2024).

28. Десятилетие действий Организации Объединенных Наций по проблемам питания (2016–2025 гг.) // Организация Объединенных Наций: официальный сайт. – URL: <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N16/093/08/PDF/N1609308.pdf> (дата обращения: 14.06.2024).

29. Дедов, И. И. Биоритмы гормонов / И. И. Дедов, В. И. Дедов. – М.: Медицина, 1992. – 256 с.

30. Дедов, И. И. Ожирение: Этиология, патогенез, клинические аспекты: Руководство для врачей / И. И. Дедов, Г. А. Мельниченко. – М.: Мед. информ. агентство, 2006. – 452 с.

31. Денисова, Н. Н. Анализ режима питания и продуктовой структуры суточного рациона детей 3–17 лет в Российской Федерации / Н. Н. Денисова, Э. Э. Кешабянц, А. Н. Мартинчик // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 4. – С. 54–63.

32. Дерманова, И. Б. Диагностика эмоционально-нравственного развития / И. Б. Дерманова. – Санкт-Петербург: Речь, 2002. – 171 с.

33. Догарева, Н. Г. Молочные функциональные продукты: лекция / Н. Г. Догарева. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2011. – 15 с.

34. Дубинина, Е. Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток: (жизнь и смерть, созидание и разрушение): физиологические и

клинико-биохимические аспекты / Е. Е. Дубинина. – Санкт-Петербург: Медицинская пресса, 2006. – 397 с.

35. Евдокимова, В. П. Продукты питания как источник обеспечения селеном жителей Европейского Севера России / В. П. Евдокимова, Ю. А. Бахматова, Е. Н. Сеницкая // Экология человека. – 2019. – № 9. – С. 59–64.

36. Зайцева, Н. В. Мониторинг питания в общеобразовательных организациях / Н. В. Зайцева, Д. Н. Лир // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 5. – С. 56–64.

37. Закревский, В. В. Овощи и плоды в профилактике и лечении рака в свете доказательной медицины (ч. 2) / В. В. Закревский, В. Г. Лифляндский // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. – 2018. – Т. 13, № 1. – С. 91–105.

38. Захарова, С. М. Ожирение и гипотиреоз / С. М. Захарова, Л. В. Савельева, М. И. Фадеева // Ожирение и метаболизм. – 2013. – Т. 10, № 2. – С. 54–58.

39. Изменения в питании лиц мужского пола с подросткового до взрослого возраста: результаты 28-летнего проспективного исследования / О. М. Драпкина, В. А. Дадаева, В. Б. Розанов [и др.] // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 3. – С. 73–84.

40. Изучение состояния пищевого и энергетического статуса в возрастном аспекте / А. В. Погожева, А. К. Батулин, Н. П. Егоренкова [и др.] // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № S3. – С. 156.

41. Информационный бюллетень ВОЗ «Ожирение и избыточный вес» / Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/> (дата обращения: 14.06.2024).

42. Йододефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы / Г. А. Герасимов, В. В. Фадеев, Н. Ю. Свириденко [и др.]. – М.: Адамант, 2002. – 167 с.

43. К вопросу интеграции программ ликвидации йод-дефицита и снижения потребления соли / Е. В. Федоренко, Н. Д. Коломиец, Т. В. Мохорт [и др.] // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 3. – С. 53–63.
44. Калягин, В. А. Логопсихология / В. А. Калягин, Т. С. Овчинникова. – М.: Академия, 2006. – 320 с.
45. Квиткова, Л. В. Опухоли щитовидной железы, микроэлементы, ожирение и инсулинорезистентность: есть ли взаимосвязь? / Л. В. Квиткова, А. С. Халимова // РМЖ. – 2022. – № 1. – С. 26–30.
46. Ким, М. Н. Тенденции развития алиментарно-зависимых заболеваний и роль функциональных продуктов в профилактике заболеваний / М. Н. Ким // Евразийский союз ученых. – 2016. – Т. 1–2, № 22. – С. 65–8.
47. Кинаров, А. Г. Зарубежные подходы к реализации корпоративных программ укрепления здоровья / А. Г. Кинаров // Молодой ученый. – 2023. – № 25 (472). – С. 82–85.
48. Контаминанты / С. А. Хотимченко, В. В. Бессонов, И. В. Гмошинский [и др.] // Нутрициология и клиническая диетология: национальное руководство / под ред. В. А. Тутельяна, Д. Б. Никитюка. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – С. 652–746.
49. Коррекция обеспеченности организма селеном как инструмент профилактической медицины / А. Н. Мазилина, А. В. Скальный, В. Н. Ракитский [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2021. – Т. 65, № 5. – С. 447–453.
50. Кучма, В. Р. Медико-профилактические основы здоровьесбережения обучающихся в Десятилетие детства в России (2018–2027 гг.) / В. Р. Кучма // Российский педиатрический журнал. – 2018. – Т. 21, № 1. – С. 31–37.
51. Ларионова, М. А. Эпидемиологические особенности ожирения у детей и подростков в Удмуртской Республике / М. А. Ларионова, Т. В. Коваленко // Ожирение и метаболизм. – 2019. – Т. 1, № 16. – С. 47–54.
52. Марушко, Ю. В. Роль селена в клинической практике / Ю. В. Марушко // Дитячий лікар. – 2012. – Т. 5, № 18. – С. 32–36.

53. Материалы сайта Международного Совета по контролю за йододефицитными заболеваниями // Iodine globalnetwork: официальный сайт. – URL: <http://www.ign.org> (дата обращения: 14.06.2024).

54. Медицинская биохимия: патохимия, диагностика. Избранные лекции: учебное пособие: в 2 ч. Ч. 1. / Л. В. Спирина, Д. И. Кузьменко, М. Н. Стахеева, Г. В. Какурина. – Томск: Изд-во СибГМУ, 2023. – 150 с.

55. Миних, В. Б. Базовые аспекты метаболизма селена и биосинтеза селенопротеинов в организме человека / В. Б. Миних // Успехи биологической химии. – 2022. – Т. 62. – С. 369–390.

56. Могильный, М. П. Сборник рецептур на продукцию для обучающихся во всех образовательных учреждениях / под ред. М. П. Могильного, В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи плюс, 2017. – 544 с.

57. Мухутдинова, Г. М. Влияние селенового статуса на организм человека (литературный обзор) / Г. М. Мухутдинова, А. А. Имамов, Е. Г. Гомзина // Медицина и организация здравоохранения. – 2022. – Т. 7, № 4. – С. 126–136.

58. Мухутдинова, Г. М. Прогностическая модель риска селенодефицитных состояний среди школьников / Г. М. Мухутдинова, А. А. Имамов // Профилактическая медицина – 2023: материалы конференции. – Санкт-Петербург: СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2023. – С. 204–208.

59. Наркевич, А. Н. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях / А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов // Социальные аспекты здоровья населения. – 2019. – Т. 65, № 6. – С. 10.

60. Наследов, А. Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных / А. Д. Наследов. – Санкт-Петербург: ИД «Питер», 2011. – 399 с.

61. Никберг, И. И. Функциональные продукты в структуре современного питания / И. И. Никберг // Международный эндокринологический журнал. – 2011. – Т. 6, № 38. – С. 64–69.

62. Ожирение в России: современный взгляд под углом социальных проблем / И. В. Лескова, Е. В. Ершова, Е. А. Никитина [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2019. – Т. 1, № 16. – С. 20–26.
63. Окислительный стресс и его влияние на функциональную активность клеток при болезни Альцгеймера / Е. Е. Дубинина, Л. В. Щедрина, Н. Г. Незнанов [и др.] // Биомедицинская химия. – 2015. – Т. 61, № 1. – С. 57–69.
64. Оксидативный стресс и воспаление: патогенетическое партнерство: монография / под ред. О. Г. Хурцилавы, Н. Н. Плужникова, Я. А. Накатиса. – Санкт-Петербург: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2012. – 340 с.
65. Определение территорий риска по уровню алиментарно-зависимых заболеваний с учетом региональных особенностей структуры питания населения / Н. Ю. Самодурова, Н. П. Мамчик, А. В. Истомин [и др.] // Вестник РГМУ. – 2018. – № 5. – С. 42–47.
66. Организация питания детей в общеобразовательных учреждениях для оптимизации пищевого статуса: учебное пособие / сост. А. А. Имамов, Е. Г. Гомзина, Е. В. Игнатанс, Г. М. Мухутдинова. – Казань: КГМУ, 2022. – 132 с.
67. Особенности основных видов обмена у учащихся средних общеобразовательных учреждений в зависимости от организации учебного процесса и общественного питания / И. Е. Штина, С. Л. Валина, А. М. Ямбулатов, О. Ю. Устинова // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 1. – С. 62–70.
68. Особенности элементного статуса взрослого населения города Ярославля / А. Л. Мазалецкая, А. В. Скальный, Е. П. Серебрянский [и др.] // Микроэлементы в медицине. – 2022. – Т. 23, № 4. – С. 27–36.
69. Оценка влияния недостаточности селена на показатели обмена веществ людей трудоспособного возраста / Г. М. Мухутдинова, Е. Г. Гомзина, А. А. Имамов, И. Р. Искандаров // Казанский медицинский журнал. – 2023. – Т. 104, № 2. – С. 224–234.
70. Оценка потребления йода с йодированной солью в организованном питании детей дошкольного и школьного возраста в Тюменской области /

Л. А. Суплотова, Г. А. Герасимов, Е. А. Трошина [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 4. – С. 29–37.

71. Очерки спортивной фармакологии. Том 4. Векторы энергообеспечения / под ред. Н. Н. Каркищенко, В. В. Уйба. – М.: Санкт-Петербург: Айсинг, 2014. – 296 с.

72. Панченко, Л. Ф. Клиническая биохимия микроэлементов / Л. Ф. Панченко, И. В. Маев, Г. К. Гуревич. – М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2004. – 368 с.

73. Пилат, Т. Л. Функциональные продукты питания: своевременная необходимость или общее заблуждение? / Т. Л. Пилат, О. А. Белых, Л. Ю. Волкова // Пищевая промышленность. – 2013. – № 2. – С. 71–73.

74. Полубояринов, П. А. Метаболизм и механизм токсичности селеносодержащих препаратов, используемых для коррекции дефицита микроэлемента селена / П. А. Полубояринов, Д. Г. Елистратов, В. И. Швец // Тонкие химические технологии. – 2019. – Т. 14, № 1. – С. 14–27.

75. Попова, А. Ю. О новых нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации / А. Ю. Попова, В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90, № 4. – С. 6–19.

76. Применение факторного анализа при разработке моделей питания / Д. О. Горбачев, О. В. Сазонова, Л. М. Бородина, М. Ю. Гаврюшин // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2020. – № 4. – С. 288–297.

77. Профилактика йододефицитных заболеваний: в фокусе региональные целевые программы / И. И. Дедов, Е. А. Трошина, Н. М. Платонова [и др.] // Проблемы эндокринологии. – 2022. – Т. 68, № 3. – С. 16–20.

78. Распространение ожирения в различных социально-демографических группах населения России / А. Н. Мартинчик, К. Э. Лайкам, Н. А. Козырева [и др.] // Вопросы питания. – 2021. – Т. 90, № 3. – С. 67–76.

79. Распространенность метаболически здорового ожирения по данным эпидемиологического обследования выборки 45–69 лет г. Новосибирска / С. В. Мустафина, Л. В. Щербакова, Д. А. Козупеева [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2018. – Т. 4, № 15. – С. 31–37.

80. Распространённость метаболических нарушений на фоне содержания селена в организме у школьников 13–14 лет / Г. М. Мухутдинова, Е. Г. Гомзина, А. А. Имамов, М. В. Карпова // Санитарный врач. – 2022. – № 8. – С. 561–573.

81. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации / А. В. Скальный, С. А. Мирошников, С. В. Нотова [и др.] // Экология человека. – 2014. – № 9. – С. 14–17.

82. Референтные значения содержания химических элементов в волосах взрослых жителей Республики Татарстан / Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный, Е. С. Березкина [и др.] // Экология человека. – 2016. – № 4. – С. 38–44.

83. Решетник, Л. А. Биогеохимическое и клиническое значение селена для здоровья человека / Л. А. Решетник, Е. О. Парфенова // Микроэлементы в медицине. – 2001. – Т. 2, № 2. – С. 2–8.

84. Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний (РОПНИЗ). Алиментарно-зависимые факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации / О. М. Драпкина, Н. С. Карамнова, А. В. Концевая [и др.] // Кардиоваскулярная терапия. – 2021. – Т. 20, № 5. – С. 29–52.

85. Сафиуллина, З. Ф. Гигиеническая оценка фактического питания населения в комплексе мер профилактики нарушений репродуктивного здоровья (на примере Республики Татарстан): дис. ... канд. мед. наук: 14.02.01 / Сафиуллина Зияя Фаридовна; Казанский гос. мед. университет. – Казань, 2013. – 148 с.

86. Свободнорадикальное окисление как патогенетическое звено метаболического синдрома / Д. А. Аникин, И. А. Соловьева, И. В. Демко [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2022. – Т. 19, № 3. – С. 306–316.

87. Северин, С. Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами: учебник / под ред. С. Е. Северина. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011. – 624 с.
88. Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе / В. А. Тутельян, В. А. Княжев, С. А. Хотимченко [и др.]. – М.: РАМН, 2002. – 224 с.
89. Селеновый статус жителей Хабаровского края 2018 г. / Ю. Г. Ковальский, Н. А. Голубкина, Т. Т. Папазян, О. А. Сенкевич // Микроэлементы в медицине. – 2019. – Т. 20, № 3. – С. 45–53.
90. Синдром высоких учебных нагрузок у детей школьного и подросткового возраста / Г. А. Каркашадзе, Л. С. Намазова-Баранова, И. Н. Захарова [и др.] // Педиатрическая фармакология. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 7–23.
91. Скальный, А. В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие / А. В. Скальный. – М.: ЭКСМО, 2010. – 288 с.
92. Скальный, А. В. Оценка и коррекция элементного статуса населения – перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга / А. В. Скальный // Микроэлементы в медицине. – 2019. – № 1. – С. 5–13.
93. Скальный, А. В. Химические элементы в физиологии и экологии человека / А. В. Скальный. – М.: Оникс 21 век, 2004. – 216 с.
94. Современные подходы к количественной оценке уровня физического, психического и социального здоровья детей и подростков: пособие для врачей / Н. П. Сетко, А. Г. Сетко, Е. В. Булычева [и др.]; под ред. проф. Н. П. Сетко. – М.: Издательский дом Академии естествознания, 2016. – 256 с.
95. Содержание цинка и селена в местных пищевых продуктах Якутии / В. Т. Васильева, Т. В. Слепцова, У. М. Лебедева [и др.] // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 3. – С. 93–99.
96. Социально-профилактические мероприятия по оптимизации питания детей дошкольного возраста: методические рекомендации (утв. на заседании

Президиума Всероссийского общества РОШУМЗ 23.09.2016) / Н. В. Зайцева, А. Я. Перевалов, Н. В. Тапешкина [и др.]. – Пермь, 2016. – 72 с.

97. Строев, Ю. И. Самый тяжелый элемент жизни (к 200-летию открытия йода) / Ю. И. Строев, Л. П. Чурилов // Биосфера: междисциплинарный научный и прикладной журнал. – 2012. – Т. 4, № 3. – С. 313–342.

98. Третьяк, Л. Н. Специфика влияния селена на организм человека и животных (применительно к проблеме создания селеносодержащих продуктов питания) / Л. Н. Третьяк, Е. М. Герасимов // Вестник ОГУ. – 2007. – Т. 12. – С. 136–145.

99. Трошина, Е. А. Аналитический обзор результатов мониторинга основных эпидемиологических характеристик йододефицитных заболеваний у населения Российской Федерации за период 2009–2018 гг. / Е. А. Трошина, Н. М. Платонова, Е. А. Панфилова // Проблемы эндокринологии. – 2021. – Т. 67, № 2. – С. 10–19.

100. Трошина, Е. А. Метаболизм йода и профилактика йододефицитных заболеваний у детей и подростков / Е. А. Трошина, Н. М. Платонова // Вопросы современной педиатрии. – 2008. – Т. 7, № 3. – С. 66–75.

101. Трошина, Е. А. Прямые и опосредованные эффекты трийодтиронина / Е. А. Трошина, Е. С. Сенюшкина // Архив внутренней медицины. – 2020. – Т. 10, № 4. – С. 262–271.

102. Трошина, Е. А. Роль селена в патогенезе заболеваний щитовидной железы / Е. А. Трошина, Е. С. Сенюшкина, М. А. Терехова // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2018. – Т. 14, № 4. – С. 192–205.

103. Трошина, Е. А. Устранение дефицита йода – забота о здоровье нации. Экскурс в историю, научные аспекты и современное состояние правового регулирования проблемы в России / Е. А. Трошина // Проблемы эндокринологии. – 2022. – Т. 68, № 4. – С. 4–12.

104. Тутельян, В. А. Здоровое питание – основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, Х. Х. Шарафетдинов // Здоровье молодежи: новые вызовы и

перспективы: монография: в 5 т. / под ред. Н. Ф. Герасименко, П. В. Глыбочко, И. Э. Есауленко [и др.]. – М.: Научная книга, 2019. – Т. 3: Технологии снижения рисков здоровью. Профилактика и диспансеризация. Здоровое питание. – С. 203–227.

105. Тутельян, В. А. Международные и российские механизмы интеграции инноваций и опыта для оптимизации питания населения / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк // Вопросы питания. – 2023. – Т. 92, № 3. – С. 5–14.

106. Тутельян, В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания / В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.

107. Узбекиков, М. Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантные системы при психических заболеваниях. Сообщение I / М. Г. Узбекиков // Социальная и клиническая психиатрия. – 2014. – Т. 24, № 4. – С. 97–103.

108. Узбекиков, М. Г. Перекисное окисление липидов и антиоксидантные системы при психических заболеваниях. Сообщение II / М. Г. Узбекиков // Социальная и клиническая психиатрия. – 2015. – Т. 25, № 4. – С. 92–101.

109. Файзуллина, Р. А. Клинико-патогенетическое значение нарушений обмена микроэлементов при хронической гастродуоденальной патологии у детей школьного возраста и разработка методов их коррекции: дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.09 / Файзуллина Резеда Абдулахатовна; Нижегородская мед. академия. – Н. Новгород, 2002. – 248 с.

110. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю. С. Тараховский, Ю. А. Ким, Б. С. Абдрасилов, Е. Н. Музафаров. – Пушкино: Synchronobook, 2013. – 310 с.

111. Хавкин, А. И. Продукты метаболизма кишечной микрофлоры: возможна ли избирательная коррекция? / А. И. Хавкин, О. Н. Комарова // Вопросы современной педиатрии. – 2015. – Т. 14, № 2. – С. 212–218.

112. Хакимова, А. М. Биогеохимические и гигиенические аспекты эндемических болезней и их профилактики: натурные и экспериментальные исследования на модели эндемического зоба в ТАССР: дис. ... д-ра мед. наук:

14.02.01 / Хакимова Айслу Муратовна; Казанский гос. мед. институт. – Казань, 1983. – 244 с.

113. Хамитова, Р. Я. Здоровье учащихся общеобразовательных учреждений различного вида: гигиенический и социологический анализ / Р. Я. Хамитова, Э. Р. Валеева. – Казань: Центр инновационных технологий, 2006. – 184 с.

114. Хотимченко, С. А. О профилактике йод-дефицитных состояний. Сообщение 2 / С. А. Хотимченко, Х. Х. Шарафетдинов // Вопросы питания. – 2020. – Т. 89, № 3. – С. 126–128.

115. Чернобровкина, Г. И. Математическое прогнозирование рисков железодефицитных состояний у женщин / Г. И. Чернобровкина // Менеджер здравоохранения. – 2022. – № 10. – С. 77–82.

116. Элементный статус населения России: в 5 т. / под ред. А. В. Скального, М. Ф. Киселева. – Санкт-Петербург: Медкнига: ЭЛБИ-СПб, 2010.

117. Юзвенко, Т. Ю. Взаимосвязь между гипотиреозом и ожирением / Т. Ю. Юзвенко // Міжнародний ендокринологічний журнал. – 2016. – Т. 8, № 80. – С. 11–14.

118. ЮНИСЕФ. Руководство по мониторингу программ йодирования соли и определению йодного статуса населения, 2018. – URL: <https://www.ign.org/p142003099.html> (дата обращения: 14.06.2024).

119. Юртаева, Е. Ю. Эффективность природных антиоксидантов при окислительном стрессе: дис. ... канд. мед. наук, 14.03.06 / Юртаева Елена Юрьевна; Тихоокеанский гос. мед. университет. – Владивосток, 2019. – 133 с.

120. Early Nutritional Interventions with Zinc, Selenium and Vitamin D for Raising Anti-Viral Resistance. Against Progressive COVID-19 / J. Alexander, A. Tinkov, T. A. Strand [et al.] // Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – P. 2358.

121. Andersson, M. Global Iodine Status in 2011 and Trends over the Past Decade / M. Andersson, V. Karumbunathan, M. B. Zimmermann // J. Nutr. – 2012. – Vol. 142. – P. 744–750.

122. Assessment of selenium intake in relation to tolerable upper intake levels / T. A. Strand, I. T. L. Lillegaard, L. Frøyland [et al.] // *Eur. J. Nut. Food Saf.* – 2018. – Vol. 8, No. 4. – P. 155–156.
123. Assessment of the Iodine Deficiency Disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers, 3rd ed. / World Health Organization. – Geneva, 2007. – P. 1–98. – URL: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/43781/9789241595827_eng.pdf (accessed: 15.04.2024).
124. Avery, J. Selenium, selenoproteins, and immunity / J. Avery, P. Hoffmann // *Nutrients.* – 2018. – Vol. 10, No. 9. – P. 1203.
125. Bandurska–Stankiewicz, E. Thyroid hormones – obesity and metabolic syndrome: Proceedings of the 4th Congress of the Polish Thyroid Association / E. Bandurska–Stankiewicz // *Thyroid Res.* – 2013. – Vol. 6, No. 2. – A5.
126. Beckett, G. J. Selenium and endocrine systems / G. J. Beckett, J. R. Arthur // *J. Endocrinol.* – 2005. – Vol. 184, No. 3. – P. 455–465.
127. Bertram, H. P. Spurenelemente: Analytik, okotoxikologische und medizinisch – klinische Bedeutung / H. P. Bertram. – Munchen: Wien: Baltimore: Urbanund Schwarzenberg, 1992. – 228 p.
128. Breakfast characteristics and its association with daily micronutrients intake in children and adolescents—A systematic review and meta-analysis / N. Giménez-Legarre, M. L. Miguel-Berges, P. Flores-Barrantes [et al.] // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12. – P. 3201.
129. Breastfeeding and maternal health outcomes: a systematic review and meta-analysis / R. Chowdhury, B. Sinha, M. J. Sankar [et al.] // *Acta Paediatr.* – 2015. – Vol. 104, No. 467. – P. 96–113.
130. Cardoso, B. R. Editorial: Selenium, Human Health and Chronic Disease / B. R. Cardoso, C. Cominetti, L. A. Seale // *Front. Nutr.* – 2022. – Vol. 8. – P. 827759.
131. Carneiro, L. Mens Sana in corpore Sano: Does the glycemic index have a role to play / L. Carneiro, C. Leloup // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12. – P. 2989.

132. Casagrande, D. Mechanisms of action and effects of the administration of Coenzyme Q10 on metabolic syndrome / D. Casagrande, P. H. Waib, A. A. Jordao Junior // *J. Nutr. Intermed. Metab.* – 2018. – Vol. 13, No. 12. – P. 26–32.

133. CD25 + CD4 + T cells in human cord blood: an immunoregulatory subset with naive phenotype and specific expression of forkhead box p3 (Foxp3) gene / Y. Takahata, A. Nomura, H. Takada [et al.] // *Exp. Hematol.* – 2004. – Vol. 32, No. 7. – P. 622–9.

134. Chen, J. An original discovery: selenium deficiency and Keshan disease (an endemic heart disease) / J. Chen // *Asia Pac. J. Clin. Nutr.* – 2012. – Vol. 21. – P. 320–326.

135. Cheng, W-H. Revisiting Selenium Toxicity / W-H. Cheng // *J. Nutr.* – 2021. – Vol. 151, No. 4. – P. 747–748.

136. Cognitive Impact Of Breakfast Consumption On School Age Children And Youth / E. Martins, F. Mendes, R. Fernandes, J. Sargento // *icH & Hpsy 2020: 5th International Conference on Health and Health Psychology.* – London: European Publisher, 2020. – P. 51–59.

137. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labeling for foodstuffs as regards recommended daily allowances, energy conversion factors and definitions // *Official Journal of the European Union.* – 2008. – Vol. 51. – P. 9–12.

138. Crockford, S. J. Evolutionary roots of iodine and thyroid hormones in cell-cell signaling / S. J. Crockford // *Integrat. Compar. Biol.* – 2009 – Vol. 49. – P. 155–166.

139. Decreased Serum Selenium Levels of COVID-19 Patients in Comparison with Healthy Individuals / O. Younesian, B. Khodabakhshi, N. Abdolahi [et al.] // *Biol. Trace Elem. Res.* – 2022. – Vol. 200, No. 4. – P. 1–6.

140. Dietary patterns and their sociodemographic and lifestyle determinants in Switzerland: Results from the National Nutrition Survey Menu / J. Krieger, G. Pestoni, S. Cabaset [et al.] // *Nutrients.* – 2018. – Vol. 11. – P. 1–16.

141. Donma, M. M. Promising link between selenium and peroxisome proliferator activated receptor gamma in the treatment protocols of obesity as well as depression / M. M. Donma, O. Donma // *Med. Hypotheses*. – 2016. – Vol. 89. – P. 79–83.
142. Dubey, P. Role of Minerals and Trace Elements in Diabetes and Insulin Resistance / P. Dubey, V. Thakur, M. Chattopadhyay // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12, No. 6. – P. 1864.
143. Dysregulation of adipose glutathione peroxidase 3 in obesity contributes to local and systemic oxidative stress / Y. S. Lee, A. Y. Kim, J. W. Choi [et al.] // *Mol. Endocrinol.* – 2008. – Vol. 22, No. 9. – P. 2176–2189.
144. Effect of Micronutrient Supplementation on Mood in Nursing Home Residents / M. A. Gosney, M. F. Hammond, A. Shenkin, S. Allsup // *Gerontology*. – 2008. – Vol. 54. – P. 292–299.
145. Effects of weight loss on glutathione peroxidase 3 serum concentrations and adipose tissue expression in human obesity / J. Langhardt, G. Flehmig, N. Klöting [et al.] // *Obes. Facts*. – 2018. – Vol. 11, No. 6. – P. 475–490.
146. Emerging roles of selenium on metabolism and type 2 diabetes. / J. Zhao, H. Zou, Ya. Huo [et al.] // *Front. Nutr.* – 2022. – Vol. 9. – P. 1027629.
147. Food groups and risk of all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies / L. Schwingshackl, C. Schwedhelm, G. Hoffmann [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2017. – Vol. 105, No. 6. – P. 1462–73.
148. Forman, H. J. Targeting oxidative stress in disease: promise and limitations of antioxidant therapy / H. J. Forman, H. Zhang // *Nat. Rev. Drug. Discov.* – 2021. – Vol. 20. – P. 689–709.
149. GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 // *Lancet*. – 2019. – Vol. 393, No. 10184. – P. 1958–1972.
150. Global Panel. Improving nutrition through enhanced food environments. Policy Brief No. 7. London, UK. – 2017. – URL:

<https://glopan.org/sites/default/files/Downloads/FoodEnvironmentsBrief.pdf> (accessed: 15.04.2024).

151. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013/ M. Ng, T. Fleming, M. Robinson [et al.] // *Lancet*. – 2014. – Vol. 384, No. 9945. – P. 766–781.

152. GPx3 dysregulation impacts adipose tissue insulin receptor expression and sensitivity / R. Hauffe, V. Stein, C. Chudoba [et al.] // *JCI Insight*. – 2020. – Vol. 5, No. 11. – P. e136283.

153. Halford, J. C. Pharmacology of appetite suppression: implication for the treatment of obesity / J. C. Halford // *Curr. Drug. Targets*. – 2001. – Vol. 2, No. 4. – P. 353–70.

154. Healthy diet 2020 // World Health Organization. – URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (accessed: 15.04.2024).

155. HLPE 2017. Nutrition and food systems. A report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food Security, Rome. – URL: <https://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/11557966> (accessed: 15.04.2024).

156. Horta, B. L. Long-term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis / B. L. Horta, C. Loret de Mola, C. G. Victora // *Acta Paediatr*. – 2015. – Vol. 104, No. 467. – P. 30–37.

157. Hosseini, B. Association between Antioxidant Intake, Status and Obesity: a Systematic Review of Observational Studies / B. Hosseini, A. Saedisomeolia, M. Allman-Farinelli // *Biol. Trace Elem. Res*. – 2017. – Vol. 175. – P. 287–297.

158. Hyperleptinemia is associated with parameters of low-grade systemic inflammation and metabolic dysfunction in obese human beings / S. Leon-Cabrera, L. Solís-Lozano, K. Suárez-Álvarez [et al.] // *Front. Integr. Neurosci*. – 2013. – Vol. 7. – P. 62.

159. Identification of adipokine clusters related to parameters of fat mass, insulin sensitivity and inflammation / G. Flehmig, M. Scholz, N. Klötting [et al.] // *PLoS One*. – 2014. – Vol. 9, No. 6. – P. e99785.

160. Institute of Medicine. Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. – Washington: The National Academy Press, 2006. – 1344 p.

161. Jackson, M. I. Selenium as a Cancer Preventive Agent / M. I. Jackson, G. F. Jr. Combs // *Selenium: Its Molecular Biology and Role in Human Health* / Ed. by D. L. Hatfield, M. J. Berry, V. N. Gladyshev. – 3rd ed. – New York: Springer, 2012. – P. 313–323.

162. Khanam, A. Bioaccessibility of selenium, selenomethionine and selenocysteine from foods and influence of heat processing on the same / A. Khanam, K. Platel // *Food Chemistry*. – 2016. – Vol. 194. – P. 1293–1299.

163. Kieliszek, M. Selenium-Fascinating Microelement, Properties and Sources in Food / M. Kieliszek // *Molecules*. – 2019. – Vol. 24, No. 7. – P. 1298.

164. Kim, H. Classification and Prediction on the Effects of Nutritional Intake on Overweight / Obesity, Dyslipidemia, Hypertension and Type 2 Diabetes Mellitus Using Deep Learning Model: 4–7th Korea National Health and Nutrition Examination Survey / H. Kim, D. H. Lim, Y. Kim // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2021. – Vol. 18. – P. 5597.

165. Leidy, H. J. The addition of a protein-rich breakfast and its effects on acute appetite control and food intake in breakfast-skipping adolescents / H. J. Leidy, E. M. Racki // *Int. J. Obes*. – 2010. – Vol. 34. – P. 1125–1133.

166. Leonidas, H. D. The role of selenium in thyroid autoimmunity and cancer / H. D. Leonidas // *Thyroid*. – 2006. – Vol. 16, No. 5. – P. 455–60.

167. Leptin resistance and diet-induced obesity: central and peripheral actions of leptin / N. Sáinz, J. Barrenetxe, M. J. Moreno-Aliaga, J. A. Martínez // *Metabolism*. – 2015. – Vol. 64, No. 1. – P. 35–46.

168. Momčilović, B. Emergence, Submergency, And Revival of Hair Multi Bioelement Analysis in Public Health. / B. Momčilović // *Mathews J. Nutr. Diet*. – 2023. – Vol. 6, No. 2. – P. 25.

169. Mood disorders and obesity: understanding inflammation as a pathophysiological nexus / J. K. Soczynska, S. H. Kennedy, H. O. Woldeyohannes [et al.] // *Neuromolecular Med.* – 2011. – Vol. 13, No. 2. – P. 93–116.

170. Mukhutdinova, G. Hygienic assessment of the level of selenium in the diet of adult population / G. Mukhutdinova, A. Imamov, E. Gomzina // *Danish Scientific Journal (DSJ)*. – 2023. – Vol. 68. – P. 10–15.

171. Netto, L. E. The roles of peroxiredoxin and thioredoxin in hydrogen peroxide sensing and in signal transduction / L. E. Netto, F. Antunes // *Mol. Cells.* – 2006. – Vol. 39, No. 1. – P. 65–71.

172. New way to assess the bioelement selenium nutritional status non-invasively in vivo / J. Prejac, S. Morović, S. Drmić [et al.] // *Mikroelementy v medicine.* – 2022. – Vol. 23, No. 2. – P. 6–15.

173. Non-communicable diseases, diets and nutrition / UNSCN Brief, 2018. – URL: <https://www.unscn.org/uploads/web/news/document/NCDs-brief-RU-WEB.pdf> (accessed: 15.04.2024).

174. Nutritional status of selenium in overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis. Meta-Analysis / L. C. Fontenelle, D. S. Cardoso de Araújo, T. da Cunha Soares [et al.] // *Clin. Nutr.* – 2022. – Vol. 41, No. 4. – P. 862–884.

175. Oh, J. Y. Elevated thyroid stimulating hormone levels are associated with metabolic syndrome in euthyroid young women / J. Y. Oh, Y. A. Sung, H. J. Lee // *Korean J. Intern. Med.* – 2013. – Vol. 28, No. 2. – P. 180–186.

176. Perrone, D. The Chemistry of Selenium / D. Perrone, M. Monteiro, J. Nunes // *Selenium: Chemistry, Analysis, Function and Effects* / Ed. by V. R. Preedy. – London: Royal Society of Chemistry, 2015. – P. 3–15.

177. Popkin, B. M. Global nutrition transition and the pandemic of obesity in developing countries / B. M. Popkin, L. S. Adair, S. W. Ng // *Nutr. Rev.* – 2012. – Vol. 70, No. 1. – P. 3–21.

178. Potential role of selenium in alleviating obesity-related iron dyshomeostasis / G. Liu, J. Li, B. Pang [et al.] // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2023. – Vol. 63, No. 29. – P. 10032–10046.

179. Prevalence of metabolic syndrome in a rural community in Nigeria / O. A. Adegoke, R. A. Adedoyin, M. O. Balogun [et al.] // *Metab. Synd. and Metab.* – 2010 – Vol. 8, No. 1. – P. 59–62.

180. Rayman, M. P. Selenium intake, status, and health: a complex relationship / M. P. Rayman // *Hormones.* – 2020. – Vol. 19. – P. 9–14.

181. Relation of Different Fruit and Vegetable Sources With Incident Cardiovascular Outcomes: A Systematic Review and Meta–Analysis of Prospective Cohort Studies / A. Zurbau, F. Au-Yeung, S. B. Mejia [et al.] // *J. Am. Heart Assoc.* – 2020. – Vol. 9, No. 19. – P. 017728.

182. Relationship between selenium nutritional status and markers of low-grade chronic inflammation in obese women / L. C. Fontenelle, M. de Paiva Sousa, L. R. Dos Santos [et al.] // *Biol. Trace Elem. Res.* – 2023. – Vol. 201, No. 2. – P. 663–676.

183. Reyman, M. P. Selenium in human health / M. P. Reyman // *Lancet.* – 2012. – Vol. 379. – P. 1256–1268.

184. Roman, M. Selenium biochemistry and its role for human health / M. Roman, P. Jitary, C. Barbante // *Metallomics.* – 2013. – Vol. 6, No. 1. – P. 25–54.

185. Russo, P. Heritability of body weight: moving beyond genetics / P. Russo, F. Lauria, A. Siani // *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* – 2010. – Vol. 20. – P. 691–697.

186. Schools as a system to improve nutrition / S. Oenema, L. Drake, K. Engesveen [et al.] // *Bioversity International.* – 2020. – P. 33–48. – URL: https://iirr.org/wp-content/uploads/2021/10/CGSpace-Home-Bioversity-International-Bioversity-Books-View-Item_compressed.pdf (accessed: 15.04.2024).

187. Schrauzer, G. N. Selenium in human and animal nutrition: Resolved and unresolved issues. A partly historical treatise in commemoration of the fiftieth anniversary of the discovery of the biological essentiality of selenium, dedicated to the memory of Klaus Schwarz (1914–1978) on the occasion of the thirtieth anniversary of his death / G. N. Schrauzer, P. F. Surai // *Crit. Rev. Biotechnol.* – 2009. – Vol. 29. – P. 2–9.

188. Selenium – a fascinating antioxidant of protective properties / M. Kielczykowska, J. Kocot, M. Paździor, I. Musik // *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. – 2018. – Vol. 27, No. 2. – P. 245–25.

189. Selenium and Selenoproteins in Adipose Tissue Physiology and Obesity / A. A. Tinkov, O. P. Ajsuvakova, T. Filippini [et al.] // *Biomolecules*. – 2020. – Vol. 10, No. 4. – P. 658.

190. Selenium and selenoproteins in immune mediated thyroid disorders / L. R. Santos, C. Neves, M. Melo, P. Soares // *Diagnostics (Basel)*. – 2018. – Vol. 8, No. 4. – P. 70.

191. Selenium as a predictor of metabolic syndrome in middle age women / D. Schneider-Matyka, A. M. Cybulska, M. Szkup [et al.] // *Aging (Albany NY)*. – 2023. – Vol. 15, No. 6. – P. 1734–1747.

192. Selenium Biofortification: Roles, Mechanisms, Responses and Prospects / A. Hossain, M. Skalicky, M. Brestic [et al.] // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. – P. 881.

193. Selenium in Bodily Homeostasis: Hypothalamus, Hormones, and Highways of Communication / P. Toh, J. L. Nicholson, A. M. Vetter [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2022. – Vol. 23. – P. 15445.

194. Selenium, selenoproteins and viral infection / O. M. Guillin, C. Vindry, T. Ohlmann, L. Chavatte // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11. – P. 2101.

195. Selenium in Trace elements in human nutrition and health // World Health Organization. – Copenhagen, 1996. – P. 105–120. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9241561734> (accessed: 15.04.2024).

196. Selenium in Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. // World Health Organization. – Copenhagen, 2004. – P. 194–216. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/92415461233> (accessed: 15.04.2024).

197. Selenocysteine tRNA ([Ser] Sec), the central component of selenoprotein biosynthesis : isolation, identification, modification, and sequencing / B. A. Carlson, B. J. Lee, P. A. Tsuji [et al.] // *Methods Mol. Biol.* – 2018. – Vol. 1661. – P. 43–60.

198. Senkevich, O. A. Monitoring of selenium content in some food of residents of the Khabarovsk / O. A. Senkevich, Yu. G. Koval'sky, N. A. Golubkina // *Problems of Nutrition*. – 2018. – Vol. 87, No. 6. – P. 89–94.
199. Shared Risk Factors in Cardiovascular Disease and Cancer / R. J. Koene, A. E. Prizment, A. Blaes, S. H. Konety // *Circulation*. – 2016. – Vol. 133, No. 11. – P. 1104–14.
200. Sociodemographic and Regional Determinants of Dietary Patterns in Russia / S. Maksimov, N. Karamnova, S. Shalnova, O. Drapkina // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2020. – Vol. 17. – P. 328.
201. Sohayla, A. Z. I. Selenium and health : an update on the situation in the Middle East and North Africa / A. Z. I. Sohayla, A. Kerkadi, A. Agouni // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11. – P. 1457.
202. Susceptibility to exacerbation in chronic obstructive pulmonary disease / J. R. Hurst, J. Vestbo, A. Anzueto [et al.] // *New Engl. J. Med.* – 2010. – Vol. 363. – P. 1128–1138.
203. Sustainable food systems and nutrition in the 21st century: a report from the 22nd annual Harvard Nutrition Obesity Symposium / J. Fanzo, C. Rudie, I. Sigman [et al.] // *The American Journal of Clinical Nutrition*. – 2022. – Vol. 115, No. 1. – P. 18–33.
204. Takopoulou-Mavrona, I. The effect of selenium on the gut microbiota and intestinal mucosa: Thesis (Master's Research Project 1): Medical Microbiology / I. Takopoulou-Mavrona. – 2019. – 49 p. – URL: <https://fse.studenttheses.ub.rug.nl/21024/> (accessed: 15.04.2024).
205. The effects of body weight loss and gain on arterial hypertension control: an observational prospective study / P. Sabaka, A. Dukat, J. Gajdosik [et al.] // *Eur. J. Med. Res.* – 2017. – Vol. 22, No. 1. – P. 43.
206. The prevalence of metabolic syndrome in persons with type 2 diabetes at the Lagos University Teaching Hospital, Lagos Nigeria / I. C. Udenze, E. C. Azinge, A. P. Arikawe [et al.] // *WJMJ*. – 2013. – Vol. 32, No. 2. – P. 46–52.

207. Thyroid-gut-axis: how does the microbiota influence thyroid function? / J. Knezevic, C. Starchl, A. Tmava Berisha, K. Amrein // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12. – P. 1769.
208. Trace Element and Mineral Levels in Serum, Hair, and Urine of Obese Women in Relation to Body Composition, Blood Pressure, Lipid Profile, and Insulin Resistance / A. A. Tinkov, P. Bogdański, K. Skrypnik [et al.] // *Biomolecules*. – 2021. – Vol. 11, No. 5. – P. 689.
209. Uzunlulu, M. Prevalence of subclinical hypothyroidism in patients with metabolic syndrome / M. Uzunlulu, E. Yorulmaz, A. Oguz // *Endocrin. J.* – 2007. – Vol. 54, No. 1. – P. 71–77.
210. Vinceti, M. Environmental selenium and human health: an update / M. Vinceti, T. Filippini, L. A. Wise // *Curr. Environ. Health Rep.* – 2018. – Vol. 5. – P. 464–85.
211. Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition: A Narrative Review of the Biochemical and Clinical Evidence/ A. L. Tardy, E. Pouteau, D. Marquez [et al.] // *Nutrients*. – 2020. – Vol. 12, No. 1. – P. 228.
212. Watanabe, L. M. Intersection between Obesity, Dietary Selenium, and Statin Therapy in Brazil / L. M. Watanabe, A. M. Navarro, L. A. Seale // *Nutrients*. – 2021 – Vol. 13, No. 6. – P. 2027.
213. White, Ph. J. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets – iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine / Ph. J. White, M. R. Broadley // *New Phytologist*. – 2009. – Vol. 182. – P. 49–84.
214. Zhang, L. Beneficial and paradoxical roles of selenium at nutritional levels of intake in healthspan and longevity / L. Zhang, H. Zeng, W.-H. Cheng // *Free Radic. Biol. Med.* – 2018. – Vol. 127. – P. 3–13.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

%	–	процент
↑	–	повышение
↓	–	снижение
0/0000	–	единица измерения заболеваемости
5-НТ	–	серотонин
AIC	–	информационный критерий Акаике
Ca	–	кальций
Cu	–	медь
Fe	–	железо
FOSHU	–	функциональные продукты
GGMSC	–	гамма-глутамил-сметилселеноцистеин
GPx	–	глутатионпероксидаза
H ₂ O	–	вода
H ₂ O ₂	–	пероксид водорода
I	–	йод
ID	–	йодтирониндейодиназа
M	–	среднеарифметическое значение
m	–	ошибка среднего арифметического
M ± m	–	показатели вариации
Mg	–	магний
n	–	количество
q25	–	нижний квартиль
q75	–	верхний квартиль
r	–	коэффициент корреляции
R ²	–	коэффициент детерминации
Se	–	селен
Sec	–	селеноцистеин

SeCys	– селеноцистеин
SeP	– селенопротеин P
SeMeCys	– селениумметилселеноцистеин
SeMet	– селенометионин
TXNRD	– тиоредоксинредуктаза
V	– ванадий
Zn	– цинк
β	– коэффициент регрессии
ρ	– коэффициент ранговой корреляции Спирмена
φ	– угловое преобразование Фишера
АТФ	– аденозинтрифосфат
АФК	– активная форма кислорода
ВО	– высшее образование
ВОЗ	– Всемирная организация здравоохранения
г	– грамм
ГАПОУ	– государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
ГАУЗ	– государственное автономное учреждение здравоохранения
гг.	– годы
ГМУ	– государственный медицинский университет
ДИ	– доверительный интервал
е. ц. и.	– единица цифровой информации
ед.	– единица
Ж.	– женщина
ЖМ	– жировая масса
ЗЭС	– заболевание эндокринной системы
ИМТ	– индекс массы тела
ИР	– инсулинорезистентность
ИТБ	– индекс соотношения обхватов талии и бедер
ЙДЗ	– йододефицитные заболевания

кг	– килограмм
ккал	– килокалория
км ²	– единица измерения площади (квадратный километр)
л	– литр
М.	– мужчина
м. д. ж.	– массовая доля жирности
МБОУ	– муниципальное бюджетное образовательное учреждение
мг	– миллиграмм
МДА	– малоновый диальдегид
Me	– медиана
мкг	– микрограмм
млн	– миллион
млрд	– миллиард
МС	– метаболический синдром
НГДУ	– нефтегазодобывающее управление
НИЗ	– неинфекционные алиментарно-зависимые заболевания
НМИЦ	– национальный медицинский исследовательский центр
НОМА-ИР	– индекс инсулинорезистентности
НФП	– норма физиологических потребностей
НЭЖК	– неэтерифицированная жирная кислота
O ₂	– кислород
ОБ	– обхват бедер
ОО	– основной обмен
ООН	– Организация Объединенных Наций
ООО	– общество с ограниченной ответственностью
ОТ	– обхват талии
ПАО	– публичное акционерное общество
ПОЛ	– перекисное окисление липидов
ПФО	– Приволжский федеральный округ
p	– уровень значимости (вероятность ошибки)

рет. экв.	– ретинол эквивалент
РНК	– рибонуклеиновая кислота
РТ	– Республика Татарстан
РУП	– рекомендуемый уровень потребления
РФ	– Российская Федерация
СанПиН	– санитарные правила и нормы
СГ	– субклинический гипотиреоз
см	– сантиметр
СОД	– супероксиддисмутаза
СОШ	– средняя общеобразовательная школа
сут	– сутки
Т3	– трийодтиронин
Т4	– тироксин
ТГ	– тиреоидные гормоны
тыс.	– тысяча
ТЭ	– токофероловый эквивалент
ФАО	– Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
ФБУЗ	– федеральное бюджетное учреждение здравоохранения
ФГБОУ	– федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
ФГБУ	– федеральное государственное бюджетное учреждение
ФИЦ	– федеральный информационный центр
ФОУ	– физиологически оптимальный уровень
ЦНС	– центральная нервная система
чел.	– человек
шт.	– штука
ЩЖ	– щитовидная железа

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Таблица 1	–	Этапы, объем, материалы и методы исследования.....	41
Рисунок 1	–	Динамика распространенности ЗЭС среди детей 0–14 лет на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.....	47
Таблица 2	–	Распространенность ЗЭС среди детей 0–14 лет по РТ...	48
Таблица 3	–	Распространенность ЗЭС среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	48
Таблица 4	–	Распространенность ЗЭС среди лиц старше 18 лет по РТ.....	49
Таблица 5	–	Распространенность ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	49
Рисунок 2	–	Динамика распространенности ЙДЗ среди детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.....	50
Таблица 6	–	Распространенность ЙДЗ среди детей 0–14 лет по РТ...	50
Таблица 7	–	Распространенность ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	51
Таблица 8	–	Распространенность ЙДЗ среди лиц старше 18 лет по РТ.....	52
Таблица 9	–	Распространенность ЙДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	52
Рисунок 3	–	Динамика распространенности заболеваемости ожирением среди детей 0-14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.....	53
Таблица 10	–	Распространенность заболеваемости ожирением среди детей 0–14 лет по РТ.....	53
Таблица 11	–	Распространенность заболеваемости ожирением среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	54
Таблица 12	–	Распространенность заболеваемости ожирением среди	

	лиц старше 18 лет по РТ.....	54
Таблица 13	– Распространенность заболеваемости ожирением среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	55
Рисунок 4	– Динамика первичной заболеваемости органов пищеварения среди всего населения на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.....	56
Рисунок 5	– Динамика первичной заболеваемости органов пищеварения среди детей 0–14 лет, на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.....	56
Рисунок 6	– Динамика впервые установленных ЗЭС среди детей 0–14 лет, на 1 000 чел. в 2013–2022 гг.....	57
Таблица 14	– Впервые установленные ЗЭС среди детей 0–14 лет по РТ.....	57
Таблица 15	– Впервые установленные ЗЭС среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	58
Таблица 16	– Впервые установленные ЗЭС среди лиц старше 18 лет по РТ.....	58
Таблица 17	– Впервые установленные ЗЭС среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	59
Рисунок 7	– Динамика впервые установленных ЙДЗ среди детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг.....	60
Таблица 18	– Впервые установленные ЙДЗ среди детей 0–14 лет по РТ.....	60
Таблица 19	– Впервые установленные ЙДЗ среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	61
Таблица 20	– Впервые установленные ЙДЗ среди лиц старше 18 лет по РТ.....	61
Таблица 21	– Впервые установленные ЙДЗ среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	62
Рисунок 8	– Динамика первичной заболеваемости ожирением среди	

	детей 0–14 лет, на 100 тыс. населения в 2013–2022 гг...	62
Таблица 22	– Первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет по РТ.....	63
Таблица 23	– Первичная заболеваемость ожирением среди детей 0–14 лет в Лениногорском районе РТ.....	63
Таблица 24	– Первичная заболеваемость ожирением среди лиц старше 18 лет по РТ.....	64
Таблица 25	– Первичная заболеваемость ожирением среди лиц старше 18 лет в Лениногорском районе РТ.....	64
Таблица 26	– Содержание селена в продуктах Лениногорского района РТ до и после термообработки.....	66
Таблица 27	– Макронутриентный состав суточного рациона обследованного населения (лабораторный метод за 7 дней).....	68
Таблица 28	– Среднесуточное потребление школьниками с рационом питания микронутриентов, повышающих биодоступность селена.....	68
Таблица 29	– Характеристика продуктового набора суточного рациона детей.....	69
Таблица 30	– Среднесуточное потребление микронутриентов среди взрослого населения.....	71
Таблица 31	– Характеристика продуктового набора суточного рациона взрослого населения.....	72
Таблица 32	– Содержание селена и йода в волосах у населения ПФО, жителей РТ и города Лениногорск РТ.....	74
Рисунок 9	– Удельный вес случаев низкой обеспеченности йодом школьников города Лениногорск РТ в зависимости от концентрации селена в волосах в осенне-зимний период.....	76
Рисунок 10	– Удельный вес случаев низкой обеспеченности йодом	

	взрослого населения города Лениногорск РТ в зависимости от концентрации селена в волосах в осенне-зимний период.....	77
Рисунок 11	– Удельный вес случаев низкой концентрации селена в волосах среди обследованных детей с избыточной массой тела и ожирением в осенне-зимний период.....	78
Рисунок 12	– Среднее значение содержания жировой массы у детей...	78
Рисунок 13	– Среднее значение показателей основного обмена у детей.....	79
Рисунок 14	– Индекс массы тела у детей в зависимости от концентрации селена в волосах.....	80
Рисунок 15	– Жировая масса у детей в зависимости от концентрации селена в волосах.....	80
Рисунок 16	– Основной обмен у детей в зависимости от концентрации селена в волосах.....	81
Рисунок 17	– Удельный вес случаев с низкой обеспеченностью селеном (1-я группа) в зависимости от массы тела среди мужчин (М.) и женщин (Ж.) в течение осенне-зимнего периода.....	82
Рисунок 18	– Среднее значение содержания жировой массы у взрослого населения.....	83
Рисунок 19	– Среднее значение показателей основного обмена у взрослого населения.....	83
Рисунок 20	– ИМТ у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах.....	84
Рисунок 21	– Жировая масса тела у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах.....	85
Рисунок 22	– Основной обмен у взрослого населения в зависимости от концентрации селена в волосах.....	85
Таблица 33	– Уровень тревожности у детского и взрослого населения	

	города Лениногорск РТ в разные сезонные периоды....	86
Рисунок 23	– Уровень концентрации внимания и памяти в зависимости от обеспеченности селеном детей в разные сезонные периоды учебного года.....	87
Рисунок 24	– Уровень концентрации внимания и памяти у детей в зависимости от концентрации селена и йода в волосах.....	88
Рисунок 25	– Уровень концентрации внимания и памяти в зависимости от обеспеченности селеном взрослого населения в разные сезонные периоды.....	89
Рисунок 26	– Уровень концентрации внимания и памяти у взрослого населения в зависимости от обеспеченности селеном и йодом.....	89
Таблица 34	– Показатели умственной работоспособности у школьников города Лениногорск РТ.....	90
Таблица 35	– Прогностическая модель селенового статуса у взрослого населения при увеличении потребления пищевых продуктов на каждые 10 г/сут.....	92
Таблица 36	– Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации селена у взрослого населения.....	93
Рисунок 27	– Номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у взрослого населения.....	94
Рисунок 28	– Ожидаемая концентрация селена у взрослых с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов.....	95
Таблица 37	– Прогностическая модель профилактики йододефицитного состояния у взрослого населения при увеличении потребления пищевых продуктов на	

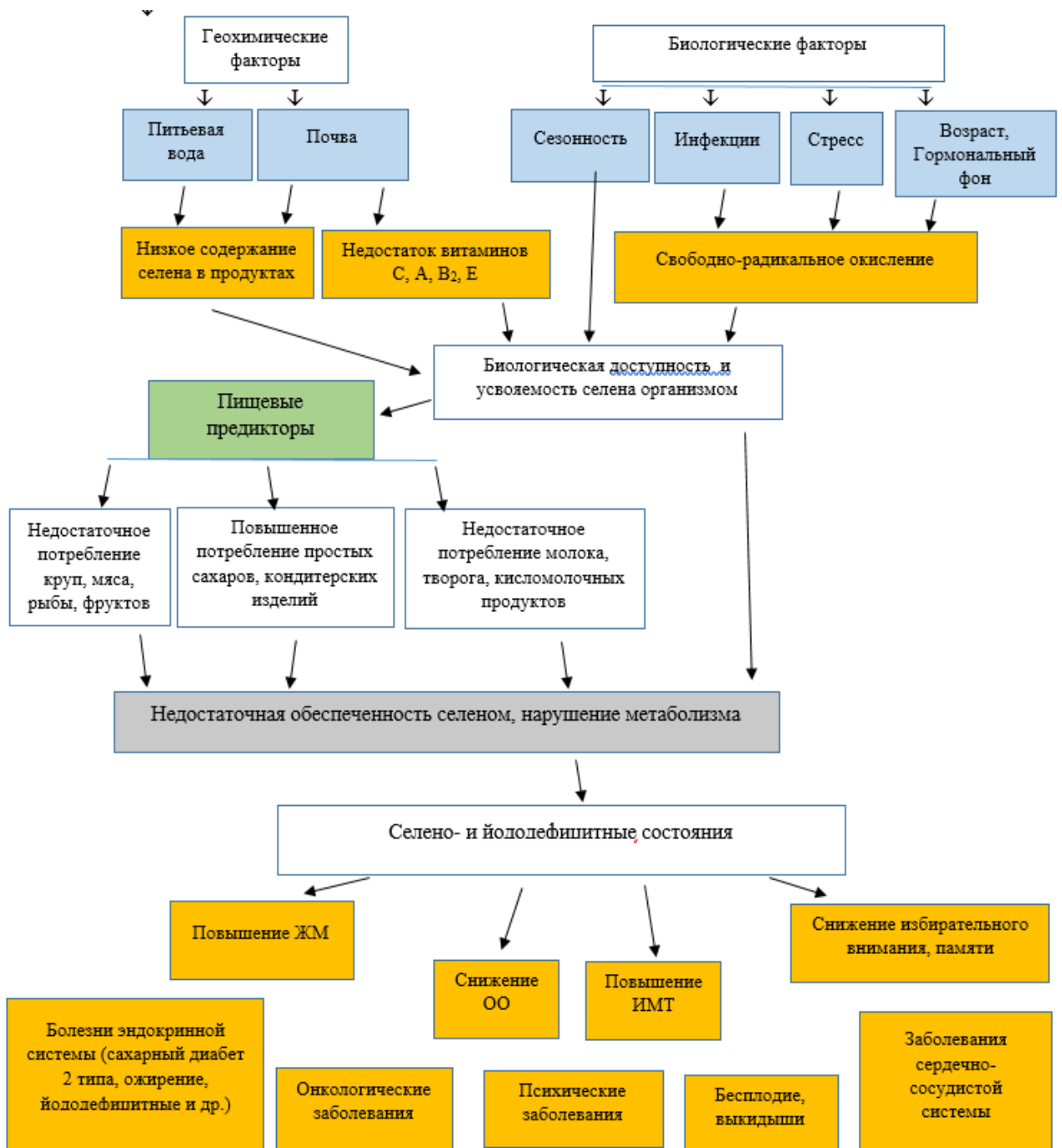
	10 г/сут.....	95
Таблица 38	– Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации йода у взрослого населения.....	96
Рисунок 29	– Номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода у взрослого населения.....	97
Рисунок 30	– Ожидаемая концентрация йода у взрослого населения с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов.....	98
Таблица 39	– Прогностическая модель изменений ИМТ, ЖМ, ОО, уровня концентрации внимания и памяти при увеличении концентрации селена в волосах вдвое у взрослого населения.....	99
Таблица 40	– Прогностическая модель селенового статуса у детей при увеличении потребления пищевых продуктов на 10 г/сут.....	100
Таблица 41	– Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации селена у детей.....	100
Рисунок 31	– Номограмма для оценки ожидаемой концентрации селена у детей.....	101
Рисунок 32	– Ожидаемая концентрация селена с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов.....	102
Таблица 42	– Прогностическая модель повышения обеспеченности детей йодом при изменении потребления пищевых продуктов на каждые 10 г/сут.....	102
Таблица 43	– Результаты многофакторного анализа потенциальных предикторов концентрации йода у детей.....	103
Рисунок 33	– Номограмма для оценки ожидаемой концентрации йода	

	у детей.....	104
Рисунок 34	– Ожидаемая концентрация йода с соответствующей 95% доверительной областью (выделено серым цветом) в зависимости от суммы баллов.....	104
Таблица 44	– Прогностическая модель изменений индекса массы тела, жировой массы, основного обмена, уровня концентрации внимания и памяти в зависимости от уровня обеспеченности селеном детского населения.....	105
Таблица 45	– Динамика антропометрических данных.....	107
Рисунок 35	– Среднее значение содержания жировой массы у обследованных в динамике.....	107
Рисунок 36	– Среднее значение основного обмена у обследованных в динамике.....	108
Таблица 46	– Данные биоимпедансометрии в динамике.....	108
Рисунок 37	– Протокол исследования компонентного состава тела обследованной основной группы.....	109
Рисунок 38	– Протокол исследования компонентного состава тела обследованной контрольной группы.....	110

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Релевантная модель риска развития селено- и йододефицитных состояний среди населения



Примечание: Низкое содержание селена в почве, питьевой воде отражается на недостаточном поступлении селена с рационом питания, а негативные биологические факторы и сезонность усугубляют нарушение метаболизма и приводят к развитию селено- и йододефицитных состояний, что способствует повышению массы тела, снижению основного обмена и избирательного внимания, памяти и других предикторов хронических НИЗ.

Оптимизированный рацион по селену и йоду для взрослых

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Понедельник								
ЗАВТРАК								
Каша рисовая рассыпчатая	100	2,4	1,5	25,8	144	10	24	1
Биточки рыбные (горбуша)	50	7,4	5,4	5,8	96,8	1,7	33,2	1,1
Творог 5%	50	10,5	2,5	1,5	72,5	5	3	0
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Салат из свежей капусты с яблоком	100	1,12	5,1	15,2	90	0,65	9,5	3
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	6,7	90	0,12	0,16	0,4
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	830	24,55	15,27	68,5	565,3	18,47	70,41	7,6
ОБЕД								
Салат из моркови с изюмом	100	1,25	0,13	22,2	95,3	0,65	10,7	3
Борщ с картофелем	250	2,8	4,93	20,9	104	3,1	18,58	4
Укроп	50	1,25	0,55	5,5	20	4,4	1,1	1
Треугольник с говядиной	100	7,1	7,8	28,8	227,3	3,4	9	1,2
Компот яблочный	200	0,16	0,16	8,2	36	0,1	1,4	0,5
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за обед	1030	14,24	14,47	99,1	552,2	13,31	42,78	11,44
ПОЛДНИК								
Молоко 2,5%	100	2,9	2,5	4,7	60	2	9	0
Семена подсолнечника	30	6,7	17,4	4,2	180	17	0	1,5
Груша	100	0,4	0,3	10,3	47	0,1	2	2,8
Итого за полдник	230	10	20,2	19,2	287	19,1	11	4,3
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Жаркое по-домашнему	150	10,2	8,09	20,58	189	4,33	9,29	1,2
Салат из свежих огурцов и помидоров	100	0,7	5	13,9	58	0,35	9	3
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай с сухофруктами	200	1	0,03	5,5	26	0,22	0,8	1,8
Йогурт 3,2%	100	5	3,2	3,5	68	2	9	0
Итого за ужин	880	18,58	17,22	56,98	410,6	8,56	24,09	7,74
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	2970	67,37	67,16	243,78	1815,1	59,44	154,28	31,08

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Вторник								
ЗАВТРАК								
Каша «Дружба» с маслом	150	2,4	3,1	38,5	197	9,6	23	4,5
Котлета куриная	50	7,2	2,7	5,57	105	2,3	21,45	0,4
Сыр порционный	30	7	9	0	109	4	0	0

Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Огурец в нарезке	100	0,7	0,1	1,9	11	0,2	3	1
Чай зеленый	200	0,6	0	0,2	4	0	0	0
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	860	20,9	15,65	59,67	498	17,1	48	8
ОБЕД								
Салат из свеклы с яблоком	100	1,09	6,08	15,2	103,9	0,3	7,2	3
Суп лапша домашняя	200	2	4,4	12	95	2	16,24	1
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	12	102	0,1	0,85	0,2
Петрушка	50	1,3	0,2	5,8	25	4,1	2,1	1,6
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Плов с говядиной	150	11,5	11,63	21,38	219,5	7,33	17,29	2
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за обед	1030	18,17	23,3	79,88	615	15,49	45,68	9,54
ПОЛДНИК								
Сок	200	1	0,2	20,2	86,6	0	2	0
Орехи (грецкие)	30	4,8	18	3,3	196	5,1	1	1,8
Киви	100	0,8	0,4	10,1	47	1,2	2	3,8
Итого за полдник	330	6,6	18,6	33,6	329,6	6,3	5	5,6
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Фасоль отварная с маслом	100	10	4,1	25	149	5,5	8,66	6,2
Сельдь с зеленым луком	100	10	4,7	6,8	95	18,1	51	1,1
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	6,7	90	0,12	0,16	0,4
Ряженка 2,5%	100	2,9	2,5	4,2	54	0	8,9	0
Итого за ужин	830	24,71	12,22	56,2	457,6	25,38	50,72	9,44
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	3050	70,38	69,77	229,35	1900,2	64,27	169,4	32,58

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Среда								
ЗАВТРАК								
Омлет с цветной капустой	200	14,4	13,4	15,8	116	5,5	24,5	3,8
Творог 5%	50	10,5	2,5	1,5	72,5	5	3	0
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Сметана	10	0,25	1,5	0,7	16,2	0,1	0,7	0
Чай с молоком	200	1,4	1,6	17,3	85	0,1	4,5	0
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	790	29,55	19,75	48,8	361,7	11,7	33,25	5,9
ОБЕД								
Винегрет с квашеной капустой	100	1,4	10	7,3	125,1	2,37	9,16	3
Суп гороховый на костном бульоне	250	7	5,4	33	176,4	7,5	16,71	4,2
Рагу из птицы	150	7,56	8,72	12,2	160	3,3	9,28	2
Укроп	50	1,25	0,55	5,5	20	4,4	1,1	1
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16	0
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74

Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за обед	1080	19,23	25,64	101,3	673,1	19,35	38,41	11,94
ПОЛДНИК								
Кисель яблочный	200	0,2	0,2	47,4	194	0	1,4	0,6
Орехи (фундук)	30	4,5	18,4	5,1	188,4	0,72	0,05	2,91
Апельсин	100	0,84	0,15	7,21	33,9	0,5	2	2,4
Итого за полдник	330	5,54	18,75	59,71	416,3	1,27	3,45	5,91
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Картофель печеный	150	3,7	0,2	28	138	1,1	17	3,6
Фрикадельки рыбные	50	3,6	2,6	5,1	38	1,1	36,8	0,3
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай с сухофруктами	200	1	0,03	5,5	26	0,22	0,8	1,8
Йогурт 3,2%	100	5	3,2	3,5	68	2	9	0
Итого за ужин	830	14,98	6,93	55,6	339,6	6,08	65,6	7,44
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	3030	69,3	71,07	265,41	1790,7	38,35	140,71	31,19

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Четверг								
ЗАВТРАК								
Каша ячневая	150	4,5	3	24,5	136,7	6	12	3
Язык отварной	50	12	5,5	2,35	115	0,1	6	0
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Салат из моркови с яблоком	100	1,6	0,17	15,5	39,9	0,4	10,6	2,1
Чай зеленый	200	0,6	0	0,2	4	0	0	0
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	830	21,7	9,42	56,05	367,6	7,5	29,15	7,2
ОБЕД								
Икра свекольная	100	1,5	4,7	14,4	93,1	2,98	11,85	3
Щи с картофелем	250	1,8	4,93	19,9	89,7	1,99	15,08	3
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Петрушка	50	1,3	0,2	5,8	25	4,1	2,1	1,6
Тефтели говяжьи	100	11	12,1	9,5	191,4	3,5	15,7	1
Компот яблочный	200	0,16	0,16	8,2	36	0	1,4	0
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Итого за обед	1030	17,44	22,99	71,3	504,8	14,23	48,13	10,34
ПОЛДНИК								
Кисель плодово-ягодный	200	0,4	0	42,7	92,5	0	2	0,8
Кунжут	30	6	15	3,6	168	10,2	2	1,6
Тыква печеная	100	0,9	0,4	6,1	37	0,4	7,22	2,8
Итого за полдник	330	7,3	15,4	51,4	297,5	10,6	5,22	5,2
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Каша из полбы	150	7	1,5	39,13	180,7	18	6	4,5
Грибы запеченные со сметаной	100	6,5	12,6	5,2	188	9,3	33,5	7,8
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Какао с молоком	200	4,07	3,5	17,5	118,6	2	9	1
Кефир 3,2%	100	3	3,2	4	51	1	8,9	0
Итого за ужин	880	22,25	21,7	79,33	607,9	31,96	59,4	15,04
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	3070	68,69	69,51	259,08	1777,8	64,29	147,9	37,78

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Пятница								
ЗАВТРАК								
Запеканка творожно-морковная	150	17,4	15,63	29,2	252,4	8,76	15,23	1,6
Апельсин	100	0,84	0,15	7,21	33,9	0,5	2	2,4
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Чай с молоком	200	1,4	1,6	17,3	85	0,1	4,5	0
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	780	22,64	18,13	67,21	443,3	10,36	22,28	6,1
ОБЕД								
Салат из белокочанной капусты	100	1,3	5,2	15,1	60,4	0,65	9,5	4,1
Рассольник ленинградский с перловой крупой	250	2,5	5,1	21,98	107	1,44	18,15	2,5
Каша пшеничная рассыпчатая	150	3,6	1,4	23,55	129,5	12,7	14,6	2,4
Укроп	50	1,25	0,55	5,5	20	4,4	1,1	1
Котлета рубленая куриная	50	7,92	8,39	8,27	109,8	2,9	14,6	1
Сок фруктовый	200	1	0,2	20,2	86,6	0	4	0
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за обед	1130	19,25	21,74	108,1	582,9	23,75	63,95	12,74
ПОЛДНИК								
Молоко 2,5%	100	2,9	2,5	4,7	60	2	9	0
Печенье овсяное	30	1,2	5,5	19,8	126	3	0	0,9
Банан	100	1,23	0,58	21	85,8	1,2	0,05	2,7
Итого за полдник	230	5,33	8,58	45,5	271,8	6,2	9,05	3,6
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Макароны отварные с маслом	150	5,4	4,9	21,65	185,2	6,4	12,75	1,8
Рыба (минтай) тушеная с овощами	100	9,75	5,95	3,8	105	2,25	47,44	0,5
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай с сухофруктами	200	1	0,03	0,5	26	0,22	0,8	1,8
Йогурт 3,2%	100	5	3,2	3,5	68	1	9	0
Итого за ужин	880	22,83	14,98	42,95	453,8	11,53	71,99	5,84
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	3020	70,05	63,43	263,76	1751,8	51,84	167,27	28,28

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Суббота								
ЗАВТРАК								
Каша рисовая с тыквой	150	3,31	1	21,13	120,7	11,2	10,8	2
Сыр порционный	30	7	9	0	109	4	0	0
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Салат из свежей моркови с яблоком	100	1,6	4,17	15,5	39,9	0,4	10,6	2,1
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	6,8	90	0,12	0,16	0,4

Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	810	15,04	14,94	56,93	431,6	16,72	22,11	6,6
ОБЕД								
Салат из свежей капусты с помидорами	100	1,6	4,7	15,6	74	0,24	9,3	3
Рассольник домашний	250	2,1	4,1	22,7	114	1,14	18,65	2,5
Плов с курицей	150	9,7	6,85	26,8	229	7,33	12,28	2
Петрушка	50	1,3	0,2	5,8	25	4,1	2,1	1,6
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	12	102	0,1	0,85	0,2
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за обед	1080	16,98	16,84	96,4	613,6	14,57	45,18	11,04
ПОЛДНИК								
Компот плодово-ягодный	200	0,2	0	8,2	56	0	2	2
Сырники	50	9,3	1,8	8,6	87	5,3	7,18	0,8
Орехи (арахис)	30	7,8	13,5	3	165,8	3,1	0,6	2,4
Итого за полдник	280	17,3	15,3	19,8	308,8	8,4	9,78	5,2
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Каша перловая	100	2,9	3,5	23	135	8	12	2,5
Котлета говяжья	50	7,54	7,72	6,5	127	1,43	15,74	0
Салат из свеклы с огурцами и зеленым горошком	100	2,42	6,02	15,27	85	1,54	10,54	3,3
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай с молоком	200	1,4	1,6	7,3	85	0,1	4,5	0
Наринэ 2,5%	100	2,8	2,5	4	49,7	1	9	0
Итого за ужин	880	18,74	22,24	69,57	551,3	13,73	53,78	7,54
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	3050	68,06	69,32	242,7	1905,3	53,42	130,85	30,38

Название блюда	Масса, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг	ПВ, г
Воскресенье								
ЗАВТРАК								
Каша молочная овсяная	150	2,81	3,5	21,13	160,7	18	24	2
Орехи (кедровые)	30	4,2	20	1,2	204	4,3	0	6
Яйцо отварное	40	4,8	4,2	0,4	62	1	10	0
Хлеб с отрубями	30	3	0,75	13,5	72	1	0,55	2,1
Салат из болгарского перца и белокочанной капусты	100	1,5	5,1	15,6	74,9	0,62	9,5	1,9
Чай с сухофруктами	200	1	0,03	5,5	26	0,22	0,8	1,8
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Итого за завтрак	850	17,31	33,58	57,33	599,6	25,14	44,85	13,8
ОБЕД								
Компот яблочный	200	0,16	0,16	8,2	36	0	1,4	0
Суп рыбный с пшенной крупой	200	7	3,2	14,9	104,6	3,24	16,54	1,2
Каша гречневая вязкая	150	6,2	1,4	28	126	9	13,8	6
Укроп	50	1,25	0,55	5,5	20	4,4	1,1	1
Птица отварная	50	11,3	7,5	0	122	1	6	0
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0

Винегрет с огурцом соленым	100	1,4	6,1	15,3	125,1	2,27	9,16	1,9
Итого за обед	1080	28,99	19,81	86,4	603,3	20,57	50	11,84
ПОЛДНИК								
Кисель плодово-ягодный	200	0,4	0	42,7	92,5	0	2	0,8
Гранат свежий	100	0,9	0,6	15	52	0,5	2	1
Итого за полдник	300	1,3	0,6	57,7	144,5	0,5	4	1,8
УЖИН								
Вода	300	0	0	0	0	0	0	0
Капуста тушеная	150	3,9	5,8	16,6	156	0,65	10,57	4,5
Печень говяжья	50	11,9	2,6	0,3	80	1	6	0,6
Хлеб ржаной	30	1,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2	1,74
Чай зеленый	200	0,6	0	0,2	4	0	0	0
Кефир 3,2%	100	3	3,2	4	51	1	8,9	0
Итого за ужин	530	21,08	12,5	34,6	360,6	4,31	27,47	6,84
ИТОГО ЗА ДЕНЬ	2760	68,68	66,49	236,03	1708	50,52	126,32	34,28

Оптимизированный рацион по селену и йоду для школьников 1-4 классов

Название блюда	Масса, гр	Белки, гр	Жиры, гр	Углеводы, гр	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг
Понедельник, 1-я неделя							
завтрак							
Картофельное пюре	150	3,24	9,6	19	180	0,8	17,6
Биточки рыбные (горбуша) с соусом	90/40	8,96	7,36	6,12	126,5	1,7	30,8
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из белокочанной капусты	60	0,69	1,8	3,6	36,4	0,36	6,7
Чай с сахаром	180	0,06	0,017	7	30	0,1	0,16
Итого за завтрак	540	88,43	90,417	134,42	513	5,52	58,26
обед							
Салат из моркови	60	0,72	0,054	6,84	49	0,3	4
Борщ с капустой и картофелем	250	1,8	4,93	10,9	104	3,1	18,58
Плов из отварной говядины	150	15,3	14,33	24,38	297	5,33	17,29
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	22,96	20,6	98,12	704,7	11,29	44,27
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Банан	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	0,05
Итого за полдник	330	9,53	7,94	165,8	328,7	5,5	18,05
Вторник, 1-я неделя							
завтрак							
Каша «Дружба» с/м	150	4,58	9,58	23	186	9,6	17,25
Котлета из курицы с соусом	90/40	9,76	4,66	5,83	134,9	2,7	29,8
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Какао с молоком	180	3,2	2,9	15,7	106,8	1,8	9
Итого за завтрак	540	22,92	18,34	73,73	574,3	16,76	61,05
обед							
Салат из свеклы с яблоком	80	0,87	4,8	8,9	83,12	0,3	8,6
Суп лапша домашняя	250	2,5	5,5	11,1	115	3,3	16,24
Каша рисовая рассыпчатая	100	2,4	3,5	25,8	144	10	16
Рыба (минтай) тушеная с овощами	100/50	9,75	4,95	3,8	105	2,25	26,6
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	770	21,1	19,98	109,8	719,22	18,51	71,29

полдник							
Сок	200	1	0,2	20,2	86,6	0	2
Ватрушка с творогом	50	8,1	4,48	26,1	162	0	3
Фрукт	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	2
Итого за полдник	350	10,33	5,26	182,3	334,4	1,2	7
Среда, 1-я неделя							
завтрак							
Омлет натуральный	150	15,39	21,35	3	237	3,4	24,5
Фрукт	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Чай с сахаром и лимоном	180	0,1	0,015	19,7	72	0,1	0,16
Итого за завтрак	550	21,52	23,07	62,54	506,8	6,4	31,66
обед							
Свекла тушеная дольками	60	0,8	3,6	4,8	54	0,3	7,8
Суп гороховый на к/б	250	9	5,4	23	176,4	7,5	13,9
Рагу из птицы	150	11	10,12	13	186	4,3	10,4
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	26,12	20,33	98,8	678,5	14,78	35,26
полдник							
Кисель плодово-ягодный	200	0,4	0	22,7	92,5	0	0
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Апельсин	100	0,84	0,15	7,21	33,9	0,5	2
Итого за полдник	330	3,74	3,51	50,31	249,3	0,8	2
Четверг, 1-я неделя							
завтрак							
Жаркое по-домашнему	150	14,2	17,09	15,5	252	4,33	14,7
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из моркови с яблоком	60	0,96	0,1	5,1	23,94	0,24	6,6
Чай с молоком	180	1,4	1,2	7	71	0,8	9
Итого за завтрак	540	22,44	20,43	56,7	487,04	7,93	33,3
обед							
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Щи с картофелем	250	1,8	4,93	7,9	89,7	1,99	15,08
Макаронные изделия отварные с сыром	150	9,95	9,3	26,55	233,2	2,4	12,75
Тефтели из говядины	60	6,95	6,82	7,34	118	3,5	15,7
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	780	24,24	22,41	98,79	726,1	10,55	49,93
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
Пирожок с повидлом	50	3,11	1,05	1,52	156	0,2	0
Банан	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	0,05
Итого за полдник	350	10,14	6,63	146,92	361,8	5,4	18,05

Пятница, 1-я неделя							
Завтрак							
Запеканка из творога с морковью	150	17,4	15,63	55,2	359,4	8,76	17,23
Фрукт	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Чай с сахаром	200	0,07	0,021	8	40	0,13	0,16
Итого за завтрак	510	22,9	17,24	100,76	582,8	11,55	22,39
обед							
Салат из белокочанной капусты	60	0,69	1,8	3,6	36,4	0,36	6,7
Рассольник Ленинградский с перловой крупой	250	2	5,1	11,98	107	1,44	18,15
Каша пшеничная рассыпчатая с/м	150	6,6	5,4	38,55	229,5	12,7	21,5
Котлета рубленая из курицы	90/40	7,92	8,39	8,27	139,8	2,6	25,8
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	22,79	21,92	122,6	784,8	19,76	76
полдник							
Сок фруктовый	200	1	0,2	20,2	86,6	0	2
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Яблоко	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Итого за полдник	330	3,95	3,01	49,96	252,8	0,4	4
Суббота, 1-я неделя							
завтрак							
Каша овсяная на молоке	150	6,31	10	26,13	220,7	18	18
Сыр порционно	30	7	9	0	109	4	0
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	21,8	90	0,12	0,16
Итого за завтрак	500	18,82	20,22		537,8	24,78	23,16
обед							
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Рассольник домашний	250	2,1	5,1	12,7	114	1,14	18,65
Каша гречневая рассыпчатая	150	8,5	6	38,55	243,75	9	21,1
Котлета из говядины с соусом	90/40	8,28	8,16	9,96	169,1	1,92	37,1
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	24,62	20,68	119,49	795,95	14,86	83,25
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
Кекс	30	3,23	7,14	20,4	160,8	0,2	0
Банан	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	0,05
Итого за полдник	330	10,26	12,72	165,8	366,6	5,4	18,05

Название блюда	Масса, гр	Белки, гр	Жиры, гр	Углеводы, гр	Калорийн ость, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг
Понедельник, 2-я неделя							
завтрак							
Каша рисовая рассыпчатая	150	3,6	5,25	38,7	216	15	24
Котлеты рыбные (минтай) с соусом	90/40	7,26	4,86	5,92	96,6	1,5	34
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из белокочанной капусты	60	0,69	1,8	3,6	36,4	0,36	6,7
Чай с сахаром	180	0,06	0,017	7	30	0,1	0,16
Итого за завтрак	540	16,59	13,067	83,42	519,1	19,52	67,86
обед							
Салат из свеклы с яблоком	60	0,6	3,6	6,6	61,8	0,24	6,2
Рассольник Ленинградский с рисовой крупой	250	2	5,1	11,98	107	1,3	17,85
Котлета из говядины	50	7,54	7,72	6,5	127	1,43	15,74
Макаронные изделия отварные с сыром	100	6,6	6,2	17,7	155,4	1,6	8,5
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	21,88	23,92	98,78	705,9	7,13	52,69
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Банан	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	0,05
Итого за полдник	330	9,53	7,94	165,8	328,7	5,5	18,05
Вторник, 2-я неделя							
завтрак							
Рагу из птицы	150	11	10,12	13	186	4,3	10,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из моркови	100	1,23	0,09	11,4	81,7	0,5	5
Какао с молоком	200	4,07	3,5	17,5	118,6	2	9
Итого за завтрак	510	21,98	14,95	72	537,4	9,56	27,4
обед							
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Суп с макаронными изделиями	250	2,5	2,8	15,6	109	2,2	16,15
Каша перловая рассыпчатая	150	4,35	5,25	34,35	202,5	12	12
Тефтели из говядины с соусом	90/30	7,4	8,2	9,4	142	2,5	25
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	810	20,23	17,54	120,55	732,1	19,46	59
полдник							
Сок	200	1	0,2	20,2	86,6	0	2
Ватрушка с творогом	50	8,1	4,48	26,1	162	0	3
Фрукт	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	2
Итого за полдник	350	10,33	5,26	182,3	334,4	1,2	7

Среда, 2-я неделя							
завтрак							
Картофельное пюре	150	3,24	9,6	19	180	0,8	17,6
Рыба (треска) тушеная с овощами	100/50	11,35	2,9	3,8	103	2,25	17,44
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Чай с сахаром и лимоном	180	0,1	0,015	19,7	72	0,1	0,16
Итого за завтрак	550	20,27	13,55	72,98	509,5	5,95	40,2
обед							
Свекла тушеная дольками	60	0,8	3,6	4,8	54	0,3	7,8
Суп гороховый	250	9	5,4	23	176,4	7,5	13,9
Каша рассыпчатая ячневая с/м	150	3,15	4,35	22,95	144	6	12
Котлета куриная	50	9,2	2,7	3,51	105,3	2,3	21,45
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	770	27,47	17,26	112,26	741,8	18,78	58,31
полдник							
Кисель плодово-ягодный	200	0,4	0	22,7	92,5	0	2
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Апельсин	100	0,84	0,15	7,21	33,9	0,5	2
Итого за полдник	330	3,74	3,51	50,31	249,3	0,8	4
Четверг, 2-я неделя							
завтрак							
Творожные сырники	150	28,23	21,9	18	354	26,28	21,54
Банан	100	1,5	0,5	21	96	1,2	0,05
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Кофейный напиток с молоком	200	3,15	2,67	15,9	101	2	9
Итого за завтрак	510	37,86	26,21	83,1	691,1	32,04	33,59
обед							
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Щи с картофелем	250	1,8	4,93	7,9	89,7	1,99	15,08
Каша гречневая рассыпчатая с/м	150	8,85	9,55	39,85	280	9,1	21,1
Тефтели из говядины	60	6,95	6,82	7,34	118	3,51	15,7
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	780	23,14	22,66	112,09	748,9	17,26	58,28
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
Пирожок с повидлом	50	3,11	1,05	1,52	156	0,2	0
Яблоко	100	0,3	0,2	11,4	52	1,2	2
Итого за полдник	350	9,21	6,25	22,32	328	5,4	20
Пятница, 2-я неделя							
завтрак							
Салат из белокочанной капусты с яблоком	100	0,12	5,1	11,2	90	0,65	6
Жаркое по-домашнему	150	14,2	17,09	15,5	252	4,33	14,7
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2

Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Чай с сахаром	200	0,07	0,021	8	40	0,13	0,16
Итого за завтрак	510	19,37	23,35	62,9	522,1	7,67	23,86
обед							
Салат из моркови с изюмом	60	0,75	0,08	13,3	57,1	0,4	6,4
Рассольник домашний	250	2,1	5,1	12,7	114	1,14	18,65
Плов из курицы	150	12,71	7,85	26,8	229	5,33	12,28
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	720	21,14	14,26	113	672,2	9,53	41,18
полдник							
Сок фруктовый	200	1	0,2	20,2	86,6	0	2
Печенье	30	2,5	2,36	20,4	122,9	0,3	0
Яблоко	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Итого за полдник	330	3,95	3,01	49,96	252,8	0,4	4
Суббота, 2-я неделя							
завтрак							
Каша молочная пшеничная с/м	200	8,6	16,5	38,5	308	6,2	18
Сыр порционно	15	3,5	4,5	0	54,5	4	0
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Яйцо вареное	40	5,08	4,6	0,28	63	1	6
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	21,8	90	0,12	0,16
Итого за завтрак	515	22,29	26,76	88,78	655,6	11,88	27,16
обед							
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Суп крестьянский с пшеничной крупой	250	1,5	4,9	6	76,2	2,62	16,67
Каша вязкая рисовая с/м	150	4,5	8,1	25,9	211,5	15,15	24
Котлета рубленая из курицы	50	7,92	8,39	8,27	139,8	2,6	14,6
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	770	19,84	22,7	100,45	704	23,29	60,43
полдник							
Молоко кипяченое	200	5,8	5	9,4	120	4	18
кекс	30	3,23	7,14	20,4	160,8	0,2	0
банан	100	1,23	0,58	136	85,8	1,2	0,05
Итого за полдник	330	10,26	12,72	165,8	366,6	5,4	18,05

Оптимизированный рацион по селену и йоду для школьников 5-11 классов

Название блюда	Масса, гр	Белки, гр	Жиры, гр	Углеводы, гр	Калорийн ость, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг
Понедельник, 1-я неделя							
завтрак							
Картофельное пюре	200	4,34	12,8	25,18	242	1,1	23,6
Биточки рыбные (горбуша) с соусом	90/40	8,96	7,36	6,12	126,5	1,7	30,8
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из белокочанной капусты	60	0,69	1,8	3,6	36,4	0,36	6,7
Чай с сахаром	180	0,06	0,017	7	30	0,1	0,16
Итого за завтрак	590	89,53	93,62	140,6	575	5,82	64,26
обед							
Салат из моркови	60	0,72	0,054	6,84	49	0,3	4
Борщ с капустой и картофелем	300	2,4	5,9	13,1	125	3,7	22,3
Плов из отварной говядины	200	20,3	19,3	32,38	395	6,5	23,1
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	820	28,56	26,55	108,32	823,7	13,06	53,8
Вторник, 1-я неделя							
завтрак							
Каша «Дружба» с/м	200	6,08	11,18	30,48	248	11,2	23
Котлета из курицы с соусом	90/40	9,76	4,66	5,83	134,9	2,7	29,8
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Какао с молоком	180	3,2	2,9	15,7	106,8	1,8	9
Итого за завтрак	590	24,42	19,94	81,21	636,3	18,36	66,8
обед							
Салат из свеклы с яблоком	80	0,87	4,8	8,9	83,12	0,3	8,6
Суп лапша домашняя	300	3	6,6	13,3	138	4	19,5
Каша рисовая рассыпчатая	150	3,6	5,25	38,7	216	15	24
Рыба (минтай) тушеная с овощами	100/50	9,75	4,95	3,8	105	2,25	26,6
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	870	22,8	22,83	124,9	814,22	24,21	82,55
Среда, 1-я неделя							
завтрак							
Омлет натуральный	200	21,52	28,8	4,2	316,1	4,5	32,6
Фрукт	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2

Чай с сахаром и лимоном	180	0,1	0,015	19,7	72	0,1	0,16
Итого за завтрак	600	27,72	28,57	63,74	585,9	7,5	39,76
обед							
Свекла тушенная дольками	100	1,4	6,01	8,2	92,8	0,5	13
Суп гороховый на к/б	300	10,6	6,48	27,69	211,65	9	16,9
Рагу из птицы	200	14,3	13,3	17,37	248	6	13,9
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	860	31,62	27	111,26	814,55	18,18	46,96
Четверг, 1-я неделя							
завтрак							
Жаркое по-домашнему	200	18,5	20,09	18,5	337	6,3	19,7
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из моркови с яблоком	100	1,6	0,17	8,5	39,9	0,4	12,6
Чай с молоком	200	1,52	1,35	8,9	81	1	9,5
Итого за завтрак	560	26,6	22,75	64,1	598	10,26	44,8
обед							
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Щи с картофелем	300	2,16	5,9	9,48	110,6	2,3	18,1
Макаронные изделия отварные с сыром	200	13,2	12,4	35,4	310,9	3,2	17
Тефтели из говядины	60	6,95	6,82	7,34	118	3,5	15,7
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	880	27,85	26,48	109,22	800,7	11,66	57,2
Пятница, 1-я неделя							
завтрак							
Запеканка из творога с морковью	200	23,2	20,83	73,6	479,2	11,68	23
Фрукт	100	0,45	0,45	9,36	43,3	0,1	2
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Чай с сахаром	200	0,07	0,021	8	40	0,13	0,16
Итого за завтрак	560	28,7	22,44	119,16	702,6	14,47	28,16
обед							
Салат из белокочанной капусты	100	1,3	3,2	6,4	60,4	0,65	9,5
Рассольник Ленинградский с перловой крупой	300	2,4	6,1	14,37	128,4	1,7	21,8
Каша пшеничная рассыпчатая с/м	150	6,6	5,4	38,55	229,5	12,7	21,5
Котлета рубленая из курицы	90/40	7,92	8,39	8,27	139,8	2,6	25,8
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	810	23,8	24,32	127,79	830,2	20,31	82,45
Суббота, 1-я неделя							
завтрак							
Каша овсяная на молоке	200	8,31	13,12	34,63	291	24,2	24
Сыр порционно	30	7	9	0	109	4	0
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1

Салат из моркови с изюмом	60	0,75	0,08	13,3	57,1	0,4	2
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	21,8	90	0,12	0,16
Итого за завтрак	550	21,17	23,36	97,93	687,2	31,28	29,16
обед							
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Рассольник домашний	300	2,5	6,1	15,24	136,8	1,37	22,4
Каша гречневая рассыпчатая	150	8,5	6	38,55	243,75	9	21,1
Котлета из говядины с соусом	90/40	8,28	8,16	9,96	169,1	1,92	37,1
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	860	25,02	21,68	122,03	818,75	15,09	87

Название блюда	Масса, гр	Белки, гр	Жиры, гр	Углеводы, гр	Калорийность, ккал	Селен, мкг	Йод, мкг
Понедельник, 2-я неделя							
завтрак							
Каша рисовая рассыпчатая	200	4,8	7	51,6	288	20	32
Котлеты рыбные (минтай) с соусом	90/40	7,26	4,86	5,92	96,6	1,5	23
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	6,7
Чай с сахаром	180	0,06	0,017	7	30	0,1	0,16
Итого за завтрак	690	17,5	13,1	93,72	561,2	24,26	64,86
обед							
Салат из свеклы с яблоком	60	0,6	3,6	6,6	61,8	0,24	6,2
Рассольник Ленинградский с рисовой крупой	300	2,4	6,1	14,4	128,4	1,56	21,42
Котлета из говядины	50	7,54	7,72	6,5	127	1,43	15,74
Макаронные изделия отварные с сыром	150	9,95	9,3	26,55	233,2	2,4	12,8
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	820	25,63	28,02	110,05	805,1	8,19	60,56
Вторник, 2-я неделя							
завтрак							
Рагу из птицы	200	14,3	13,3	17,37	248	6	13,8
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Салат из белокочанной капусты с яблоком	100	0,12	5,1	11,2	90	0,65	5
Какао с молоком	200	4,07	3,5	17,5	118,6	2	9
Итого за завтрак	560	23,47	23,04	74,27	596,7	11,21	30,8
обед							
Салат из моркови	60	0,72	0,054	6,84	49	0,3	2
Суп с макаронными изделиями	300	3	3,3	18,72	130,5	2,6	19,5
Каша перловая рассыпчатая	150	4,35	5,25	34,35	202,5	12	12

Тефтели из говядины с соусом	90/30	7,4	8,2	9,4	142	2,5	25
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	860	21,05	18,03	129,5	796,1	20,06	62,35
Среда, 2-я неделя							
завтрак							
Картофельное пюре	200	4,34	12,8	25,18	242	1,1	23,6
Рыба (треска) тушеная с овощами	100/50	11,35	2,9	3,8	103	2,25	17,44
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Чай с сахаром и лимоном	180	0,1	0,015	19,7	72	0,1	0,16
Итого за завтрак	600	21,37	16,97	79,16	571,5	6,25	46,2
обед							
Свекла тушеная дольками	100	1,4	6,01	8,2	92,8	0,5	13
Суп гороховый	300	10,6	6,48	27,69	211,65	9	16,7
Каша рассыпчатая ячневая с/м	150	3,15	4,35	22,95	144	6	12
Котлета куриная	50	9,2	2,7	3,51	105,3	2,3	21,45
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	860	29,67	20,75	120,35	815,85	20,48	66,31
Четверг, 2-я неделя							
завтрак							
Творожные сырники с соусом	200/30	31,23	24	19,8	384,8	16,9	28,7
Банан	100	1,5	0,5	21	89	1,2	0,05
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Кофейный напиток с молоком	200	3,15	2,67	15,9	101	2	9
Итого за завтрак	560	40,86	28,31	84,9	714,9	22,66	40,75
обед							
Огурец в нарезке	60	0,4	0,06	1	6,5	0,1	2
Щи с картофелем	300	2,16	5,9	9,48	110,6	2,3	18,1
Каша гречневая рассыпчатая с/м	160	9,85	10,55	42,7	308	10	23,1
Тефтели из говядины	60	6,95	6,82	7,34	118	3,51	15,7
Компот из яблок	200	0,16	0,16	27,8	114,6	0	1,4
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	840	24,5	24,63	116,52	797,8	18,47	63,3
Пятница, 2-я неделя							
завтрак							
Салат из белокочанной капусты с яблоком	100	0,12	5,1	11,2	90	0,65	6
Жаркое по-домашнему	200	18,5	20,09	18,5	337	6,3	19,7
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Чай с сахаром	200	0,07	0,021	8	40	0,13	0,16
Итого за завтрак	560	23,67	26,35	65,9	607,1	9,64	28,86
обед							

Салат из моркови с изюмом	100	1,25	0,13	22,2	95,3	0,65	12,4
Рассольник домашний	300	2,5	6,1	15,24	136,8	1,37	22,4
Плов из курицы	200	16,9	10,4	35,7	315,3	7,1	16,4
Компот из сухофруктов	200	0,6	0,09	32	132	0,1	0,85
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	860	26,23	17,86	133,4	819,5	11,78	55,05
Суббота, 2-я неделя							
завтрак							
Каша молочная пшеничная с/м	200/10	8,6	16,5	38,5	292	6,2	18
Сыр порционно	30	7	9	0	109	8	0
Хлеб ржаной	40	3,68	1,9	15,5	89,6	2,1	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Яйцо вареное	40	5,08	4,6	0,28	63	1	6
Чай с сахаром и лимоном	200	0,13	0,02	21,8	90	0,12	0,16
Итого за завтрак	550	26,79	32,26	90,78	714,1	18,32	27,16
обед							
Томаты в нарезке	60	0,6	0,12	2,28	14,4	0,24	2
Суп крестьянский с пшеничной крупой на к/б	250	7,75	7,9	14,75	166,2	2,62	16,67
Каша вязкая рисовая с/м	200	6	10,85	34,63	282	20,2	32
Котлета рубленая из курицы	50	7,92	8,39	8,27	139,8	2,6	14,6
Компот из изюма	200	0,34	0,07	29,8	122	0,12	0,16
Хлеб ржаной	30	2,68	0,9	13,5	69,6	1,66	2
Хлеб пшеничный	30	2,3	0,24	14,7	70,5	0,9	1
Итого за обед	820	27,59	28,47	117,93	864,5	28,34	68,43

Патент на зерновой продукт для коррекции обмена веществ при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды

