

Егоренкова Наталья Петровна

**Изучение пищевого термогенеза у лиц с различным
индексом массы тела**

14.02.01 – Гигиена

Автореферат

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор
Батулин А.К.

доктор медицинских наук, профессор
Погожева А.В.

Москва, 2017г.

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор

Батурин Александр Константинович

доктор медицинских наук, профессор

Погожева Алла Владимировна

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, доцент,
директор «Научно-исследовательского
института гигиены и экологии человека»,
профессор кафедры общей гигиены
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Самарский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Сазонова Ольга Викторовна

доктор медицинских наук, профессор

Перевалов Александр Яковлевич

заведующий кафедрой гигиены питания и
гигиены детей и подростков Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Пермский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
заслуженный работник Высшей школы РФ

Ведущая организация:

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.
Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора

Защита состоится «__» _____ 2017 года в __ час. __ мин. на заседании
диссертационного совета Д 001.002.01 при ФГБУН Федеральный исследовательский
центр питания, биотехнологии и безопасности пищи по адресу: 109240, Москва,
Устьинский проезд, 2/14.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке при ФГБУН «ФИЦ питания и
биотехнологии» по адресу: 109240, г. Москва, Устьинский проезд, дом 2/14 и на сайте
<http://www.ion.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2017 г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета,
доктор биологических наук

Шилина Н.М.

Общая характеристика работы

Актуальность проблемы.

Одной из важнейших проблем в области гигиены питания и нутрициологии является изучение потребности человека в энергии, которая складывается из величины основного обмена, физической активности и пищевого термогенеза (ПТ). (Уголев А.М.,1985; Kinabo J.L., Durnin J.V.G.A., 1990; vanMarkenLichtenbelt W.D., Schrauwen P.,2011).

Термогенез – процесс образования и выделения тепла, происходящий преимущественно в бурой жировой ткани и печени, может быть связан с холодным воздействием, стрессом, условными рефлексам. Наибольшее значение в структуре энергозатрат человека имеет пищевой термогенез (ПТ). Известно, что пищевой термогенез – это затраты энергии организма на всасывание и утилизацию пищи, возникающий через несколько минут после приема пищи и продолжающийся в течение нескольких часов(Уголев А.М.,1985;Шлыгин Г.К., 1993).

Также, как и основной обмен, величину ПТ можно использовать в качестве индивидуального показателя энергетического обмена. При этом если основной обмен отражает интенсивность энергетического обмена в целом, то ПТ является отображением физиологических и метаболических особенностей усвоения пищи (Шлыгин Г.К., 1993; Федорцова Л.П., 1996; Westerterp K.R.,2004), что необходимо учитывать при гигиеническом нормировании потребностей человека в энергии.

Величина ПТ зависит от химического состава потребляемых продуктов. Принимая во внимание эти особенности, величина ПТ вполне может служить дополнительной характеристикой продуктов наряду с гликемическим индексом. А индивидуальные особенности термогенеза белков, жиров и углеводов целесообразно использовать как дополнительный критерий метаболического или энергетического статуса при формировании индивидуальных рационов здорового и больного человека.

В тоже время интенсивность термогенеза белков, жиров и углеводов может быть связана с генетически обусловленными особенностями человека, его основного обмена и скорости окисления этих макронутриентов, что отражается в конечном итоге на метаболических маркерах пищевого статуса (BelmonteM.A.,2004; ChapadosN.A.,2009; LiraF.S., 2009; BosmaM., 2014; JordyA.B, 2014; SprietL.L.,2014).

Не вызывает сомнений влияние генетических факторов на организм человека. Сегодня изучение и анализ генетических маркеров позволяет персонализировать подход к профилактике и лечению многих заболеваний(ChurchT, 2010;Насибулина Э.С., Борисова А.В., 2013; ArrizabalagaM., LarrarteE., 2014; Батурин А.К., Погожева А.В.,2015).

Однако, несмотря на широкое изучение этой проблемы вопрос о влиянии генетических полиморфизмов на индивидуальные особенности организма, такие как энергетический статус, и в частности, пищевой термогенез, нуждается в дополнительных исследованиях.В тоже время на сегодняшний день исследования взаимосвязи ПТ с полиморфизмом гена FTO и ADRB3 не проводились и являются областью повышенного интереса (E.S.Vachman, 2002). В нашей стране эта проблема является недостаточно изученной.

Таким образом, изучение ПТ представляет важность для проведения гигиенических исследований в рамках комплексного подхода к оценке потребностей человека в энергии, этиологии и профилактики метаболических нарушений при наиболее распространенных неинфекционных заболеваниях.

Цель исследования:

Изучение ПТ макронутриентов (белков, жиров и углеводов) в зависимости от особенностей состава тела и полиморфизма генов, связанных с ожирением, у лиц с различным индексом массы тела.

Задачи исследования:

- 1) Модифицировать метод определения ПТ с использованием кинетического метода анализа.
- 2) Определить с помощью модифицированного метода величину термогенеза некоторых продуктов и блюд для последующего расчета термогенной реакции макронутриентов (белков, жиров и углеводов).
- 3) Изучить зависимость величины ПТ от антропометрических параметров и состава тела (ИМТ, окружность талии и бедер, ОТ/ОБ, содержания тощей и жировой массы тела).
- 4) Оценить взаимосвязь величины обмена покоя и интенсивности ПТ.
- 5) Изучить ассоциацию генетических факторов (полиморфизмов rs9939609 генов FTO и rs4994 генов ADRB3) с величиной ПТ.

Научная новизна:

1. Модифицирован метод определения пищевого термогенеза по кинетической кривой, с помощью которого впервые проведено исследование термогенных эффектов некоторых традиционных блюд.

2. Показано, что на пищевой термогенез влияет не только химический состав пищи, но и состав тела. При увеличении содержания тощей массы величина пищевого термогенеза достоверно возрастает за счет термогенных реакций всех макронутриентов (белков, жиров, углеводов).

3. Выявлена прямая корреляционная зависимость между интенсивностью пищевого термогенеза и величиной обмена покоя.

4. Установлено повышение величины термогенеза макронутриентов у лиц с ИМТ >25 кг/м².

5. Показано, что интенсивность пищевого термогенеза белков у лиц с ИМТ > 30 кг/м² находится в прямой зависимости от наличия мутантного аллеля полиморфизма rs9939609 гена FTO и проявляется изменениями биомаркеров пищевого статуса на фоне лептинорезистентности.

Практическая значимость:

1. Данные, полученные при изучении термогенеза белков, жиров, углеводов, обеспечивают возможность расчета термогенеза как отдельных пищевых продуктов и блюд, что является дополнением к характеристике их пищевой ценности.

3. Определение термогенных свойства пищевых продуктов и блюд целесообразно использовать при составлении рационов питания лиц, контролирующей массу тела.

4. Выявленные корреляционные зависимости пищевого термогенеза с персональными особенностями пищевого статуса можно применять для прогноза интенсивности индивидуальной термической реакции на пищу.

5. Результаты исследования термогенеза белков, жиров и углеводов можно использованы при уточнении «Норм физиологической потребности в энергии и пищевых веществах различных групп населения Российской Федерации».

Внедрение в практику:

Результаты исследования внедрены в практику Клиники лечебного питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г. Москва (акт внедрения от 28.11.2016 г.) и ООО «Санаторий «Ревиталь Парк», Московская область (акт внедрения от 20.12.2016 г.).

Апробация работы:

Основные положения диссертационной работы доложены и обсуждены на следующих конгрессах и конференциях: XV Всероссийский конгресс диетологов и нутрициологов с международным участием «Здоровое питание: от фундаментальных исследований к инновационным технологиям» (Москва, 2014); IV Научно-образовательная конференция кардиологов и терапевтов Кавказа (Владикавказ, 2014); IV Международный форум кардиологов и терапевтов (Москва, 2015); Всероссийская научно-практическая конференция «Питание и здоровье» (Екатеринбург, 2015); Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Питание и здоровье населения на территориях с экстремальными условиями» (Якутск, 2015); Научно-практическая конференция с международным участием «Профилактика 2015» (Москва, 2015); Региональная научно-практическая конференция «Лечебное питание: актуальные вопросы» (Казань, 2015); V Научно-образовательная конференция кардиологов и терапевтов Кавказа (Нальчик, 2015); X Юбилейный российский форум «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии» (Санкт-Петербург, 2015); XXIII Российский национальный конгресс «Человек и лекарство», (Москва, 2016); Всероссийский форум «Здравница 2016» (Казань 2016); XVI Всероссийский Конгресс нутрициологов и диетологов «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи» (Москва, 2016); III Всероссийская научная конференция молодых учёных «Проблемы биомедицинской науки третьего тысячелетия» (Санкт-Петербург, 2016 г.); II Международный конгресс «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина» (Москва 2016г); XI Российский форум с международным участием «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии» (Санкт-Петербург, 2016), VI научно-образовательная конференция кардиологов и терапевтов Кавказа (Грозный, 2016).

По теме диссертации опубликовано:

23 печатные работы, из них 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и 20 тезисов.

Личный вклад автора:

Личный вклад автора состоит в организации и проведении исследований по всем разделам диссертации, включая отбор пациентов, лабораторные и инструментальные методы исследования, анализ результатов и внедрение практических рекомендаций. Планирование, постановка задач, интерпретация полученных результатов осуществлялась совместно с научными руководителями.

Объем и структура диссертации:

Работа состоит из трех глав, введения, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя литературы, включающего 22 отечественных и 167 зарубежных источников, изложена на 95 страницах машинописного текста, иллюстрирована 12 таблицами и 7 рисунками.

Содержание работы

Материалы и методы исследования.

Работа проводилась на базе ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (директор – член-корр. РАН, профессор Никитюк Д.Б.) в лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний, а также ООО «Санаторий «Ревиталь Парк», город Балашиха, Московская область.

В исследовании приняло участие 120 практически здоровых лиц, отдыхающих в санатории «Ревиталь Парк», среди них было 34 мужчины и 86 женщин в возрасте от 18 до 60 лет (средний возраст составлял $37,5 \pm 10$ лет) - жители Московского региона Российской Федерации.

Обследование включало:

- оценку антропометрических данных, определение состава тела, а также исследование биохимических показателей крови.

- проведение молекулярно-генетических исследований.

- определение обмена покоя и пищевого термогенеза различных завтраков (гречневая, овсяная, пшеничная каши, творог обезжиренный, сливочное масло). Все тестовые завтраки проводились на одной группе пациентов. Всего было проведено 3000 измерений пищевого термогенеза.

- оценку величины пищевого термогенеза макронутриентов, продуктов и блюд, изучение влияния на величину пищевого термогенеза индивидуальных параметров: состава тела (содержания тощей и жировой массы тела), обмена покоя, биохимических маркеров и генетических полиморфизмов *rs9939609 FTO*, *rs4994ADRB3*).

Антропометрия

Антропометрические методы включали в себя измерение массы тела, роста, окружности талии (ОТ) и обхвата бедер (ОБ), расчет индекса массы тела (ИМТ) и соотношения окружности талии и бедер (ОТ/ОБ).

Биоимпедансметрия

Оценка состава тела (количество жировой, тощей, мышечной массы) пациентов проводилась методом биоимпедансметрии с помощью анализатора «ABC-01» фирмы «МЕДАСС» (Россия). Исследование проводилось утром, натощак, в положении пациента лежа на кушетке. На кожу тыльной поверхности правой кисти и стопы наклеивались по два одноразовых электрода, к которым были прикреплены клеммы прибора. Продолжительность исследования составила 1-2 минуты.

Клинико-биохимические методы исследования

Биохимические показатели, характеризующие состояние липидного, углеводного, белкового обмена, определяли с использованием анализатора «ABXPENTRA 400» («HORIBA ABX SAS», Франция) в автоматическом режиме.

Для оценки состояния белкового обмена в сыворотке крови определяли содержание общего белка (норма 64-83 г/л), мочевой кислоты (208-428 мкмоль/л).

Для характеристики углеводного обмена у пациентов определяли уровень базальной гликемии в венозной крови (норма 3,8-5,8 ммоль/л).

Липидный обмен оценивали по содержанию в сыворотке крови общего холестерина (ОХС) (норма до 5,2 ммоль/л), ХС ЛПВП (норма 0,77-1,83 ммоль/л), ХС ЛПНП (норма 2,58-3,36 ммоль/л), триглицеридов (норма 0,68-1,88 ммоль/л).

Уровень лептина в сыворотке крови определяли на иммуноферментном автоматическом анализаторе «ВЕР 2000» с использованием наборов DiagnosticsBiochemCanada.

Молекулярно-генетические методы исследования

Молекулярно-генетические исследования проводились совместно с ведущим научным сотрудником лаборатории эпидемиологии питания и генодиагностики алиментарно-зависимых заболеваний к.м.н. Сорокиной Е.Ю.

У всех обследованных была проведена идентификация полиморфизма rs9939609 гена FTO. ДНК выделяли из крови стандартным методом с использованием сорбента и набора реагентов «ДНК-сорб-С», производства ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, Москва.

Для генотипирования полиморфизма rs9939609 FTO гена применяли мультиплексную аллель-специфичную амплификацию с детекцией результатов в режиме реального времени с использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК. Для проведения анализа использовали амплификаторы «Биометра», Германия и «RotorGene-6000», Австралия.

Также, у всех обследованных была проведена идентификация полиморфизма rs4994 гена ADRB3. ДНК выделяли из крови стандартным методом с использованием сорбента и набора реагентов «ДНК-сорб-С», производства ФГУН ЦНИИЭ Роспотребнадзора, Москва.

Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с детекцией результатов в режиме реального времени и использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК. Для проведения амплификации использовали амплификатор «CFX96 RealTimeSystem» фирмы «BIO-RAD», США.

Определение обмена покоя методом непрямой калориметрии

Исследование уровня обмена покоя проводили методом непрямой калориметрии с помощью мобильного метабологафа «V02000» (MedGraphics, США) с авторским программным обеспечением «BREEZE» и регистрацией концентрации потребляемого O₂, выдыхаемого CO₂, дыхательного коэффициента, а также определением скорости окисления метаболических субстратов (белков, жиров и углеводов) с помощью индивидуальной лицевой маски. Пациенту накануне исследования было рекомендовано ограничить тяжелые физические нагрузки и поздний ужин.

Исследование проводили утром, после 8-часового сна, в состоянии покоя в помещении с хорошей шумоизоляцией при температуре окружающей среды 21°-23°С. Пациента помещали на кушетку, предварительно закрепив на его лице маску с широкой манжеткой из герметичного материала, которую плотно заправляли под голову для обеспечения герметичности пространства.

К маске подключали пневмотахометр типа preventTM и двуглавую клипсу для метаболического тестирования. Затем, пациенту давалось время в течение 10 мин. успокоиться и освоиться. После этого проводили измерение потребления кислорода и выделения углекислого газа.

Измерение потребления кислорода и выделения углекислого газа продолжалось в течение 10 минут. При этом регистрируемые параметры стандартизировали по температуре, барометрическому давлению и влажности в соответствии с международным протоколом стандартизации STPD. В перерывах между измерениями испытуемый находился в испытательной комнате в положении лежа.

Метод определения пищевого термогенеза

Состав пищевых нагрузок

После проведенного натошак измерения обмена покоя пациенту предлагался тестовый завтрак. Калорийность завтрака составляла 125 ккал на порцию. Все варианты завтраков были изокалорийны и использовались у одних и тех же пациентов.

В разные дни обследованным предлагались следующие продукты и блюда: овсяная, пшенная и гречневая каша, творог обезжиренный, сливочное масло.

Все применяемые каши были приготовлены традиционным способом. Учитывая органолептические свойства масла, предлагалось 25 г ржаного хлеба (таблица 1).

Таблица 1. Состав пищевых тестов (по калорийности)

Тестовый завтрак (100 ккал)	Белки, ккал	Жиры, ккал	Углеводы, ккал
Пшенная каша	10,2	28,0	62,0
Овсяная каша	9,6	33,8	57,0
Гречневая каша	11,8	30,2	58,0
Творог	82,4	5,0	9,97
Сливочное масло + ржаной хлеб	4,1	72,1	23,8

Продолжительность завтрака составляла 10 мин.

Сразу после приема пищи на пациента надевалась индивидуальная маска с пневмотахометром, подключённая к метабологу.

После проверки герметичности начинали измерения в течение 10 мин.

Затем пациенту проводили измерения через 60, 120, 180 и 240 минут после приема пищи.

Таким образом, временные точки измерения метаболизма составляли: натошак (обмен покоя), через 10 мин после приема пищи, через 60 мин, 120, 180 и 240 мин соответственно.

Пищевой термогенез измеряли, сравнивая энерготраты покоя до и после пищевой нагрузки.

Статистические методы исследования

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием системы SPSS 20. Тесты на соблюдение равновесия Харди – Вайнберга и выявление ассоциаций методом Пирсона χ^2 проводили с помощью программы DeFinetti на сайте Института генетики человека (Мюнхен, Германия).

Корреляционный анализ пищевого термогенеза проводили методом линейной аппроксимации в зависимости от содержания жировой (%) и тощей массы тела (%).

Полученные данные представлены в виде средних величин (M), стандартного отклонения (δ), среднеквадратичной ошибки аппроксимации (R2).

Результаты исследования и их обсуждение

1. Кинетика пищевого термогенеза

Данные проведенного исследования показали, что термический эффект пищевых тестов существенно различается по величине и длительности. В тоже время в кинетике пищевого термогенеза можно выделить общие закономерности: термогенез быстро нарастает, достигает максимума и затем постепенно снижается, возвращаясь к исходному уровню. По форме такой характер напоминает кинетику ферментативной реакции первого порядка.

На рисунке 1 показана вариабельность термогенеза различных пищевых нагрузок, для которых методом кинетического анализа можно количественно определить полный термогенез (площади под кривой). Кинетический метод анализа позволяет не только максимально приближено описать (методом наименьших квадратов) экспериментальные точки, но и учесть вклад значений термогенеза, которые находятся за пределами времени исследования, т.е. после 3-4 часов.

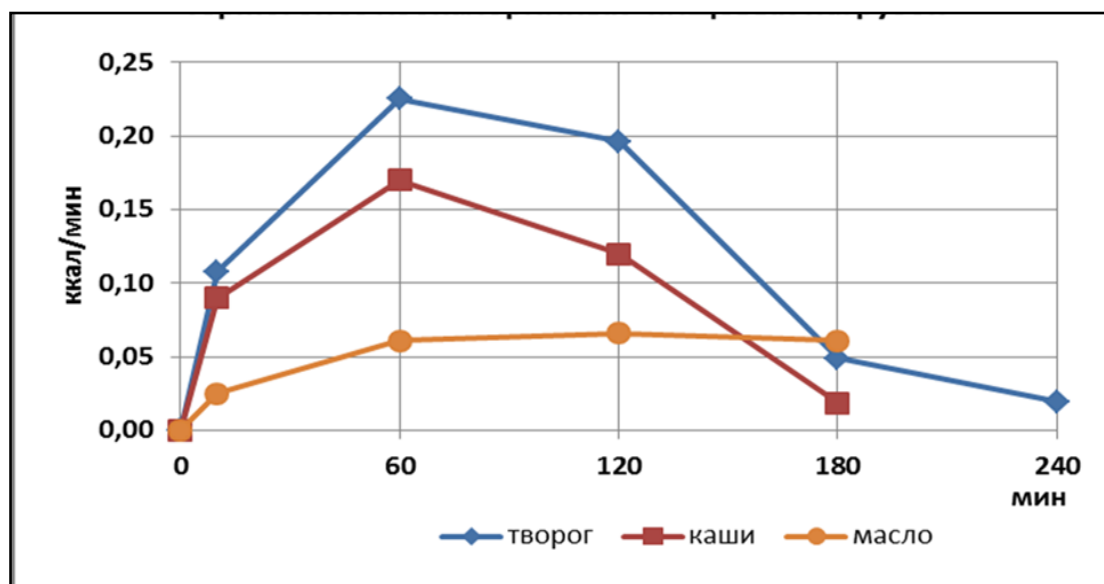


Рисунок 1. Кинетика термогенеза различных пищевых нагрузок.

Таким образом, были рассчитаны средние величины пищевого термогенеза стандартизованных пищевых нагрузок с энергетической ценностью 125 ккал на 1 порцию, преимущественно белковой, жировой или углеводной природы, которые затем были пересчитаны относительно калорийности пищевых нагрузок (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2, величина термогенеза (% от калорийности пищевой нагрузки) для творога составила 30,80%, сливочного масла – 14,79%, каш – 18,70%.

Использованные тесты не являлись чисто белковыми, углеводными или жировыми. Белковая нагрузка на основе творога помимо белка, содержит 5% жировых калорий и 10% углеводов. Углеводная нагрузка на основе каш помимо углеводов содержала около 10% белковых калорий и 30% жировых. Жировая нагрузка содержала 4% белковых калорий и 24% углеводов. Поэтому ПТ тестовой нагрузки тоже являлся составным.

Величины термогенеза тестов с преимущественным содержанием белков, жиров и углеводов с использованием систем трех уравнений с тремя неизвестными, позволяют рассчитать термогенез белков, жиров и углеводов.

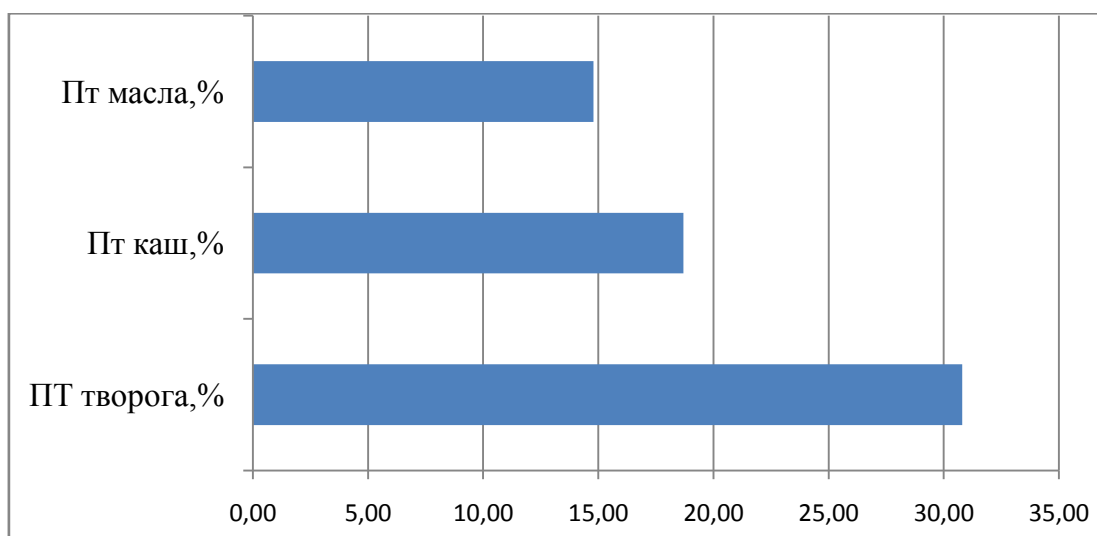


Рисунок 2. Сравнительный термогенез пищевых тестов (% от калорийности пищевой нагрузки).

В общем виде сумма термогенеза пищевого продукта или блюда может быть выражена следующей формулой:

$$\text{ПТ(блюда)} = \text{Б(г)} \cdot \text{УТБ} + \text{Ж(г)} \cdot \text{УТЖ} + \text{У(г)} \cdot \text{УТУ},$$

где Б - содержание белков (г), УТБ – удельный термогенез белка (ккал/г); Ж - содержание жиров (г), УТЖ – удельный термогенез жира (ккал/г); У - содержание углеводов (г), УТУ – удельный термогенез углеводов (ккал/г).

Решение системы 3х уравнений с 3 неизвестными:

$$\text{ПТ творога} = 20,61 \cdot \text{УТБ} + 0,56 \cdot \text{УТЖ} + 3,13 \cdot \text{УТУ}$$

$$\text{ПТ масло} = 1,1 \cdot \text{УТБ} + 8,11 \cdot \text{УТЖ} + 5,65 \cdot \text{УТУ}$$

$$\text{ПТ каш} = 2,64 \cdot \text{УТБ} + 3,41 \cdot \text{УТЖ} + 14,7 \cdot \text{УТУ}$$

Результат решения уравнения дает возможность установить величины термогенеза белков, жиров и углеводов. Термогенез белка составил $33,63 \pm 0,79\%$, жира – $12,38 \pm 0,36\%$, углеводов – $19,66 \pm 0,48\%$ (рисунок 3).

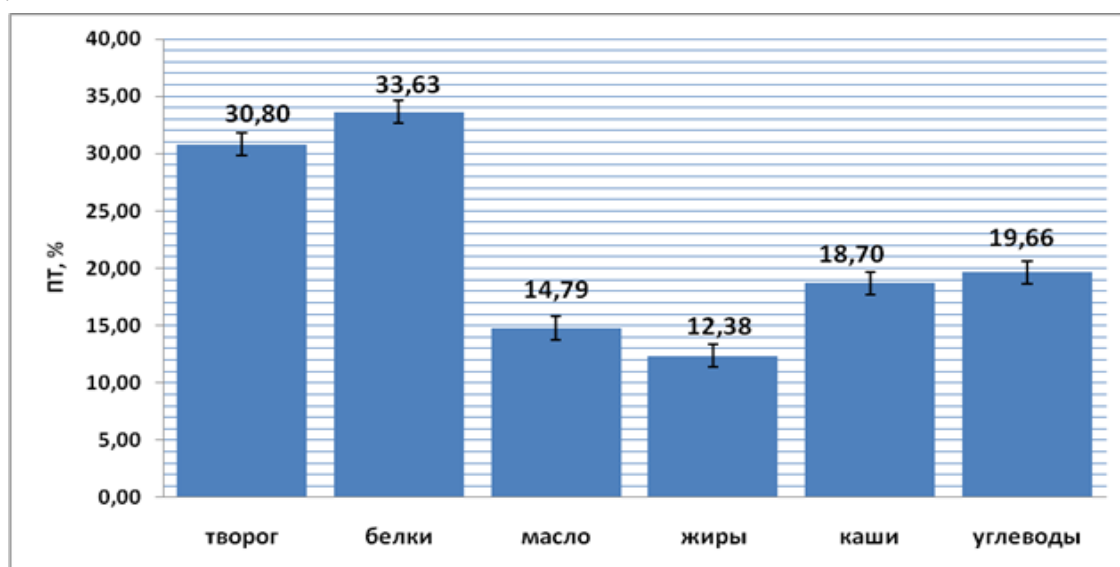


Рисунок 3. Сравнительный термогенез белков, жиров и углеводов (% от калорийности пищевой нагрузки).

Результаты проведенных исследований показали, что величина пищевого термогенеза зависит от химического состава пищевых продуктов. Самые высокие значения пищевого термогенеза были отмечены у белков, самые низкие - у жиров.

В связи с этим можно предположить, что продукт-источник белка, будет наиболее термогенным, а жира - наиболее усвояемым за счет низкого пищевого термогенеза. Комбинированный продукт в зависимости от соотношения белков, жиров и углеводов будет обладать термогенезом от 10% до 30%.

В таблице 2 приведены средние значения пищевого термогенеза макронутриентов и их индивидуальный разброс.

Таблица 2. Сравнение вариабельности пищевого термогенеза ($M \pm m$) в зависимости от химического состава пищи и индивидуальных особенностей организма

Показатели	Пищевой термогенез (в% от калорийности продукта)		
	ПТБ	ПТЖ	ПТУ
Средние значения	33,8 \pm 0,82	10,2 \pm 0,25	19,9 \pm 0,49
Индивидуальный разброс	22,1 – 64,1	6,3- 19,3	11,2 - 37,5

Величина термогенеза белков у разных пациентов колебалась более чем в 2 раза (от 22% до 64% по калорийности от пищевой нагрузки), жиров (от 6% до 19%) и углеводов (от 11% до 37%) – более чем в 3 раза. Следовательно на ПТ, помимо химического состава пищи, влияют индивидуальные особенности организма.

В связи с этим представлялось интересным изучение гендерных и возрастных особенностей интенсивности термогенных реакций белков, жиров и углеводов. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 3. Зависимость величины ПТ ($M \pm m$) от пола и возраста

Показатели	Пищевой термогенез		
	ПТБ, ккал (%)	ПТЖ, ккал (%)	ПТУ, ккал (%)
Пол			
Мужчины	40,3 \pm 1,99	12,4 \pm 0,51	24,6 \pm 1,01
Женщины	30,9 \pm 0,61*	9,3 \pm 0,18*	17,9 \pm 0,34*
Возраст			
До 30 лет	33,6 \pm 1,94	10,1 \pm 0,27	19,6 \pm 1,13
30-60 лет	33,2 \pm 0,89	10,1 \pm 0,27	19,5 \pm 0,55

* - отличия достоверны по сравнению с мужчинами, ($p < 0,05$).

Как видно из таблицы 3, были выявлены гендерные различия в величине ПТ всех макронутриентов. У женщин по сравнению с мужчинами отмечались достоверно более низкие показатели термогенеза белков, жиров и углеводов. В тоже время при анализе зависимости ПТ от возраста не было выявлено каких-либо существенных различий.

Известно, что на величину ПТ оказывают влияние различные факторы. Наиболее важными из них являются такие, как интенсивность энергетического обмена (обмен покоя) и состав тела (содержание тощей и жировой массы тела).

Можно предположить, что более низкие величины ПТ всех макронутриентов у женщин относительно мужчин, по-видимому, были связаны с меньшим количеством у них тощей массы тела и более низкой величиной основного обмена.

В связи с этим дальнейшим этапом настоящей работы было изучение зависимости величины пищевого термогенеза от антропометрических параметров и состава тела (содержания тощей и жировой массы тела).

2.Изучение зависимости величины пищевого термогенеза от параметров пищевого статуса

В таблице 4 представлены параметры состава тела и энергообмена в зависимости от величины ИМТ.

Таблица 4.Зависимость состава тела и энергообмена от величины ИМТ($M \pm m$)

Показатели	ИМТ, кг/м ²		
	< 25	25-30	>30
ИМТ, кг/м ²	22,2 ± 0,26	26,9 ± 0,21**	30,5 ± 0,19**
Окружность талии, см	70,7 ± 0,82	84,7 ± 1,23**	103,3 ± 2,38**
Окружность бедер, см	95,2 ± 0,83	104,8 ± 0,76**	118,9 ± 2,33**
Жировая масса, кг	30,3 ± 2,87	35,8 ± 3,17	39,4 ± 3,09
Тощая масса (ТМ), кг	42,6 ± 0,68	49,1 ± 1,07**	59,2 ± 1,84***
Мышечная масса, кг	21,0 ± 0,97	23,1 ± 0,71	26,8 ± 0,92*
Энерготраты покоя, ккал	1454±15,0	1532±21,0**	1656±32,0**
ПТБ, ккал(%)	27,6 ± 0,72	32,6 ± 0,92**	38,7 ± 1,34***
ПТЖ, ккал (%)	8,4 ± 0,25	10,1 ± 0,32*	11,4 ± 0,44*
ПТУ, ккал (%)	16,6 ± 0,38	19,2 ± 0,69*	22,6 ± 0,80**

* - отличия достоверны по отношению к ИМТ <25 кг/м², p<0,05; ** - p <0,01, *** - p <0,001

Как видно из таблицы 4, по мере увеличения индекса массы тела отмечалось увеличение как жировой, так и тощей массы тела. Наряду с этим по сравнению с пациентами с ИМТ <25кг/м² у лиц с избыточной массой тела и ожирением отмечалось достоверное повышение ПТ белков (соответственно на 18,1% и 40,2%), жиров (на 20,2% и 35,7%) и углеводов (на 15,7% и 36,1%).

Для выяснения причин повышения ПТ у лиц с ИМТ> 25 кг/м² оценивали корреляционные взаимосвязи пищевого термогенеза и различных параметров пищевого статуса. В результате анализа было выявлено, что пищевой термогенез белка ($r=0,89$, $p<0,05$), жира ($r=0,88$, $p<0,05$) и углеводов ($r=0,93$, $p<0,05$) положительно коррелировал с величиной тощей массы тела.

Обнаружена регрессионная зависимость величины пищевого термогенеза от состава тела: с каждым килограммом тощей массы термогенный эффект белка усиливался на 0,63 ккал, углеводов - на 0,38 ккал, жиров - на 0,19 ккал (рисунок 4).

В отличие от тощей массы влияние жировой массы тела на пищевой термогенез незначительно и недостоверно(белков $r=0,3$, $p=0,4$; углеводов $r=0,15$, $p=0,36$; жиров $r=0,08$, $p=0,35$) (рисунок 5).

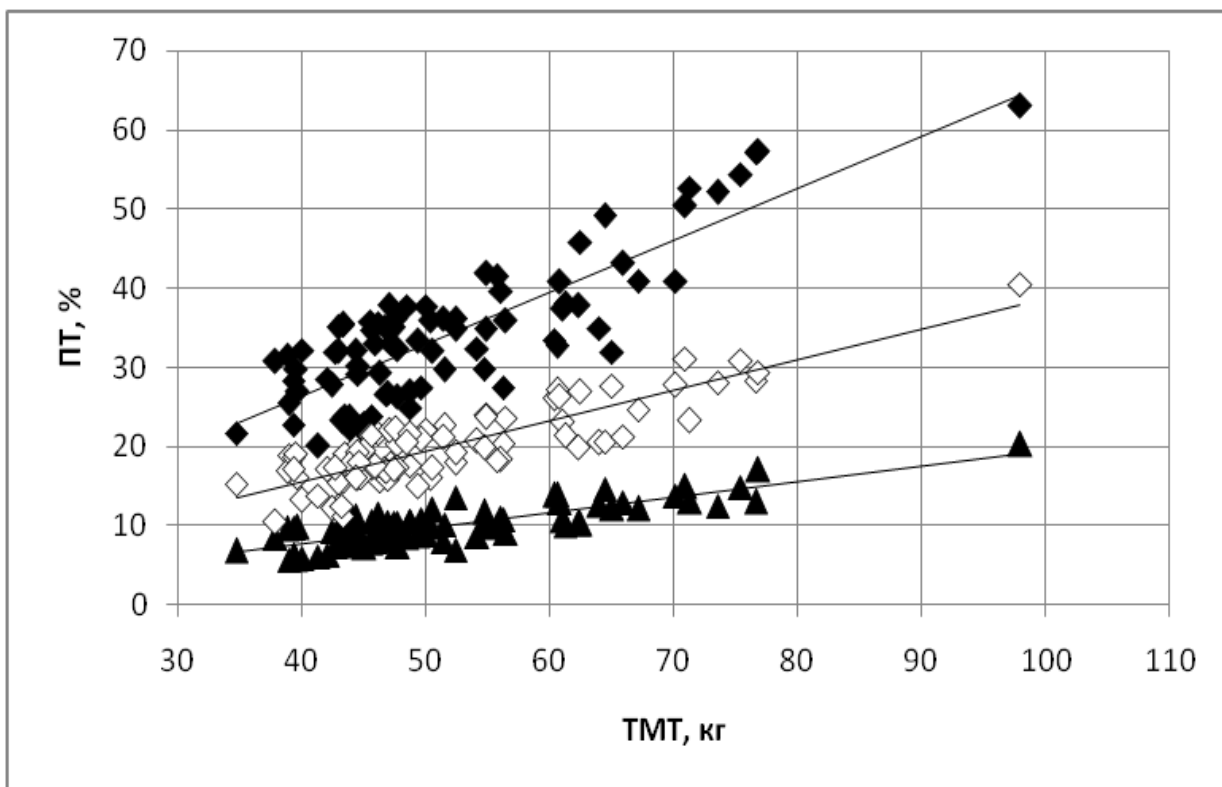


Рисунок 4. Зависимость пищевого термогенеза белковой, углеводной и жировой нагрузки от величины тощей массы тела (черный ромб – пищевой термогенез белков; белый ромб – пищевой термогенез углеводов, черный треугольник – пищевой термогенез жиров; Вертикальная ось ПТ, % - пищевой термогенез в% от калорийности пищевой нагрузки; Горизонтальная ось ТМТ, кг – содержание жировой массы тела в кг).

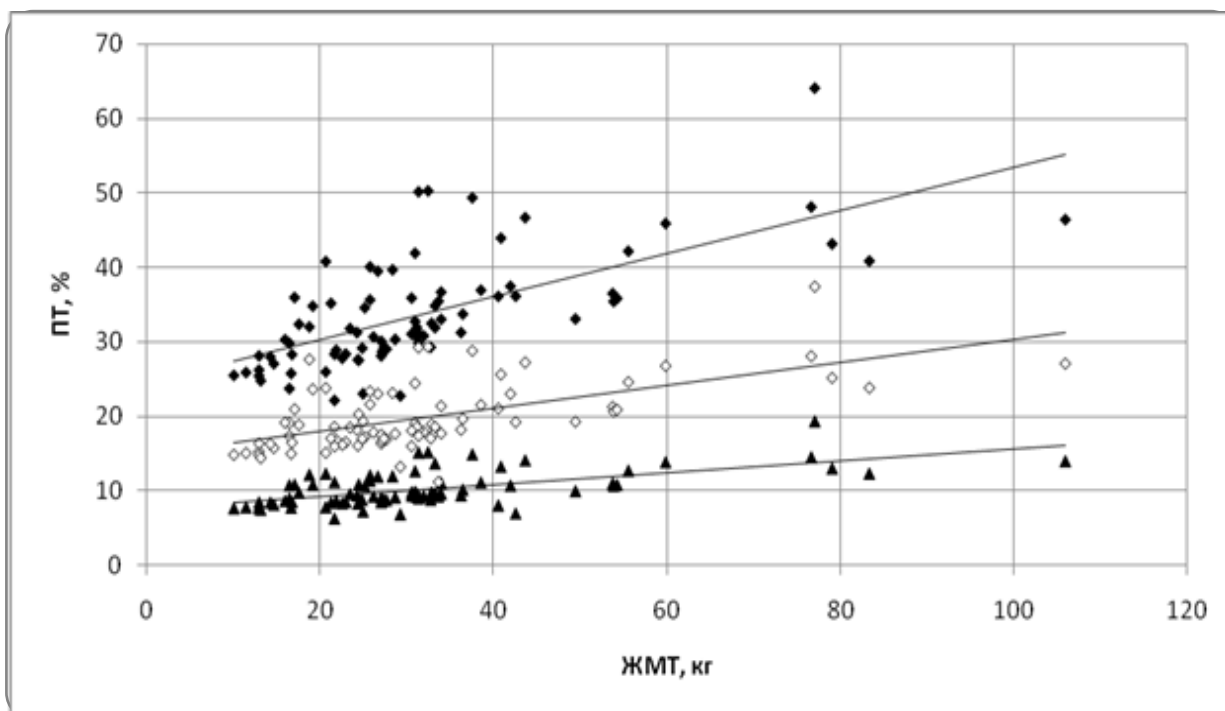


Рисунок 5. Зависимость пищевого термогенеза белков, жиров и углеводов от величины жировой массы тела (черный ромб – пищевой термогенез белков; белый ромб – пищевой термогенез углеводов, черный треугольник – пищевой термогенез жиров; Вертикальная ось ПТ, % - пищевой термогенез в% от калорийности пищевой нагрузки; Горизонтальная ось ЖМТ, кг – содержание жировой массы тела в кг).

Интенсивность пищевого термогенеза может также зависеть и от энергетического статуса организма. Если основной обмен (или обмен покоя) отражает скорость энергетического обмена в целом, можно ожидать, что между обменом покоя и пищевым термогенезом существует корреляционная зависимость.

Взаимосвязь величины обмена покоя и пищевого термогенеза представлена на рисунке 6.

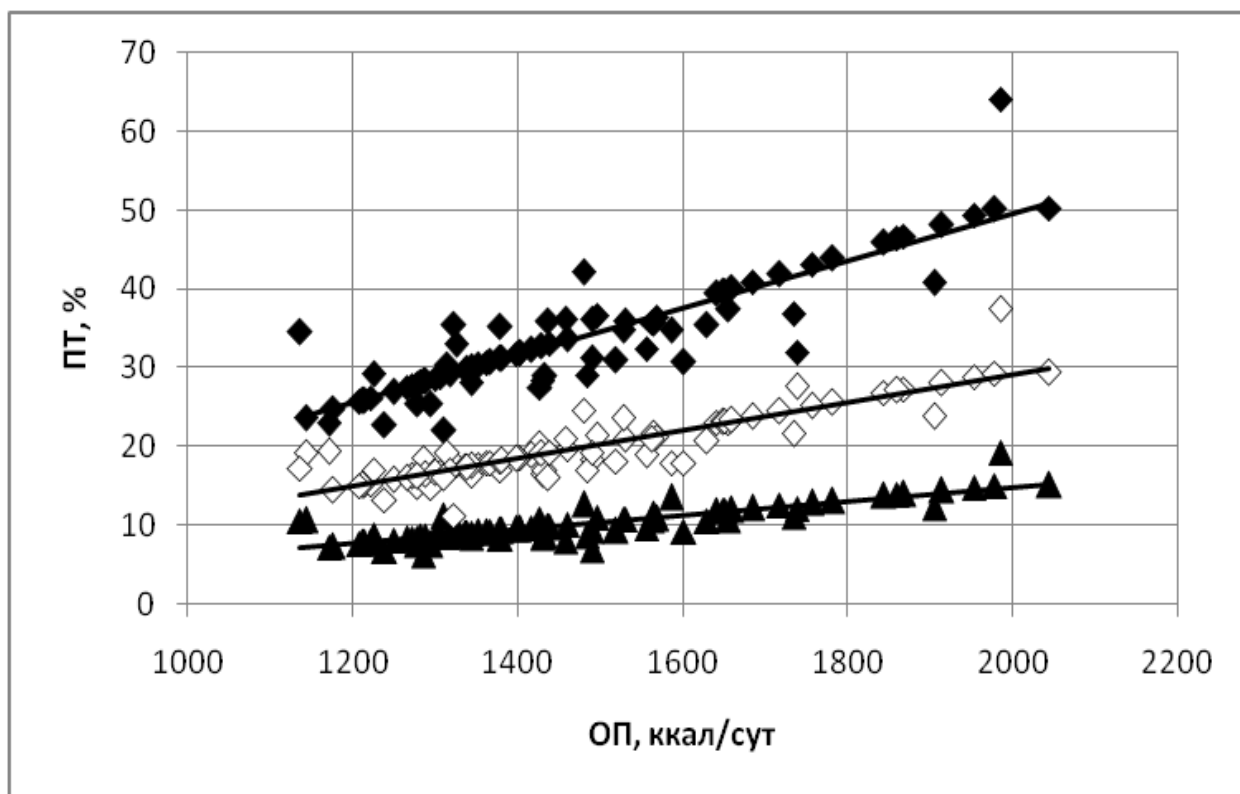


Рисунок 6. Зависимость пищевого термогенеза от обмена покоя (черный ромб – пищевой термогенез белка, белый ромб – пищевой термогенез углеводов, черный треугольник – пищевой термогенез жиров. Вертикальная ось ПТ, % - пищевой термогенез в% от калорийности пищевой нагрузки. Горизонтальная ось ОП, ккал/сутки - обмен покоя, ккал/сутки)

Как видно из рисунка 6, при увеличении обмена покоя величина пищевого термогенеза углеводной, и особенно, белковой нагрузки повышалась (белки $r=0,8$, $p<0,05$; углеводы $r=0,7$, $p<0,05$; жиры $r=0,7$, $p<0,05$).

Таким образом, величина пищевого термогенеза зависит не только от химического состава пищи, но и от индивидуальных особенностей пищевого статуса.

Представлялось интересным установление корреляционной связи между величиной пищевого термогенеза белков, жиров, углеводов и значением биомаркеров интенсивности белкового, жирового, углеводного обмена.

Достоверная положительная корреляция обнаружена только для пищевого термогенеза белка и содержания мочевой кислоты в крови ($r=0,54$, $p<0,05$).

3. Изучение зависимости пищевого термогенеза от полиморфизма генов

3.1. Полиморфизм rs9939609 гена FTO и пищевой термогенез

Результаты исследования полиморфизма rs9939609 гена FTO свидетельствовали, что частота встречаемости мутантного аллеля у обследованных составляла 47,0%, при этом генотип ТТ был выявлен в 25,0% случаев, АТ – в 56,0%, АА – в 19,0%.

У мужчин частота встречаемости аллеля риска ожирения (А) была выше, чем у женщин, однако это различие не достигало статистической значимости: OR-1,33; CI (0,64-2,73), $p=0,44$. У обследованных с ИМТ > 30 кг/м² значительно (в 2 раза) чаще отмечалось наличие генотипа АА, а также аллеля риска А, по сравнению с обследованными с индексом массы тела менее 30 кг/м².

Особенностей распределения генотипов и частоты встречаемости мутантного аллеля полиморфизма этого гена в зависимости от индекса массы тела у мужчин и женщин также не отмечалось. В связи с этим в дальнейших исследованиях гендерные особенности группы пациентов не учитывались. Влияние генотипа на антропометрические и метаболические показатели пациентов представлено в таблице 5.

Таблица 5. Антропометрические и метаболические показатели обследованных в зависимости от генотипа rs9939609 гена FTO (M±m)

Показатели	Генотипы rs9939609 гена FTO		
	ТТ	АТ	АА
ИМТ, кг/м ²	26,7±0,88	29,1±1,05	32,1±2,45*
Окружность талии, см	81,5±2,23	86,1±2,18	95,5±5,2*
Окружность бедер, см	102,4±1,66	106,4±1,67	113,6±4,65*
ОТ/ОБ	0,79	0,81	0,84
Жировая масса, кг	25,6±1,68	30,9±2,32	39,8±5,48*
Тощая масса, кг	47,2±1,29	50,4±1,39	55,7±3,47*
Мышечная масса, кг	21,9±0,72	24,0±0,85	25,3±1,44*
Энерготраты покоя, ккал	1459,0±27,4	1532,7±29,7	1606,0±64,7
ПТБ (ккал %)	31,8 ± 1,19	33,1 ± 1,09	37,2 ± 2,47*
ПТЖ (ккал %)	9,61 ± 0,36	10,1 ± 0,35	11,0 ± 0,77
ПТУ (ккал%)	18,9 ± 0,67	19,3 ± 0,67	21,9 ± 1,43

* - отличия достоверны по сравнению с группой обследуемых с генотипом ТТ, ($p<0,05$).

Как видно из таблицы 5, по сравнению с лицами, имеющими генотип ТТ, у обследованных с генотипом АА полиморфизма rs9939609 гена FTO отмечалось достоверное увеличение ИМТ, окружности талии, бедер, величины жировой, тощей и мышечной массы.

Соотношение окружность талии/окружность бедер имело тенденцию к увеличению. Как видно из той же таблицы, у лиц с генотипом АА rs9939609 гена FTO, по сравнению с диким генотипом, было выявлено достоверно ($p<0,05$) более высокое значение пищевого термогенеза белков (на 17%), что скорее всего, связано с большей величиной тощей массы у этой группы пациентов.

Анализ данных биохимических исследований свидетельствовал о более выраженных отклонениях от нормы величины метаболических показателей у лиц с мутантным аллелем гена *FTO*.

Как видно из таблицы 6, у обследованных с генотипом АА rs9939609 гена *FTO* по сравнению с генотипом ТТ отмечалось достоверное снижение в сыворотке крови уровня ЛПВП на фоне достоверного повышения концентрации мочевой кислоты. В связи с этим можно полагать, что полиморфизм rs9939609 гена *FTO* ассоциируется не только с ожирением, но и с метаболическим синдромом.

Содержание лептина в сыворотке крови у женщин было практически в 2 раза выше, чем у мужчин независимо от генотипа. Как у мужчин, так и у женщин, уровень этого гормона был достоверно выше при наличии мутантного аллеля А rs9939609 гена *FTO* (таблица 6).

Таблица 6. Биохимические показатели обследованных в зависимости от генотипа rs9939609 гена *FTO* (M±m)

Показатели	Генотип		
	ТТ	АТ	АА
Триглицериды, ммоль/л	1,18±0,10	1,36±0,12	1,47±0,17
Глюкоза, ммоль/л	4,81±0,25	5,05±0,11	4,85±0,18
Общий холестерин, ммоль/л	4,97±0,24	5,46±0,17	5,22±0,22
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,35±0,26	3,11±0,16	3,17±0,22
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,41±0,08	1,40±0,08	1,18±0,10*
Мочевая кислота, мкмоль/л	285,9±15,7	315,0±17,9	377,0±36,7*
Общий белок, г/л	69,2±1,8	72,3±1,0	70,4±1,4
Лептин, нг/мл	19,6±2,9	39,6±5,2*	

* - отличия достоверны по сравнению с группой обследуемых с генотипом ТТ, (p<0,05).

Представлялось интересным изучение частоты встречаемости генотипов и мутантного аллеля А полиморфизма rs9939609 гена *FTO* у лиц с высоким и низким термогенезом белков, жиров и углеводов. Данные представлены в таблице 7.

Таблица 7. Частота встречаемости генотипов и аллелей полиморфизма rs9939609 гена *FTO* в зависимости от величины ПТ

Группа обследованных	Частота генотипов rs9939609 гена <i>FTO</i> , %			Частота аллелей, %	
	ТТ	АТ	АА	Т	А
ПТ белков					
Высокий ПТБ (>33,8), ккал %	16,1	51,6	32,3	41,9	58,1
Низкий ПТБ (<33,8), ккал %	27,2	61,4	11,4	57,9	42,1
ПТ жиров					
Высокий ПТЖ (>10,2), ккал %	17,3	51,7	31,0	43,1	56,9
Низкий ПТЖ (<10,2), ккал %	26,1	60,9	13,0	53,1	46,9
ПТ углеводов					
Высокий ПТУ (>19,9), ккал %	15,4	46,2	38,4	38,4	61,6
Низкий ПТУ (<19,9), ккал %	26,5	63,3	10,2	58,1	41,9

Носительство аллеля А в гомозиготном состоянии (генотип АА) по сравнению с носительством генотипа ТТ было статистически значимо связано с высоким ПТБ - OR=4,8; CI (1,07-21,4) при p=0,03.

Аллель А изучаемого полиморфизма был ассоциирован с высоким уровнем ПТБ - OR=1,91, CI (0,99-3,69) при p=0,049 и ПТУ -OR=2,2; CI (1,12-4,43) при p=0,02.

Частота встречаемости аллеля А в группе с высоким ПТЖ была также выше (но не достоверно), чем в группе с низким ПТЖ - OR=1,49; CI (0,78-2,87) при p=0,23.

3.2. Полиморфизм гена β 3-адренорецепторов (ADRB3) и пищевой термогенез

Результаты исследования полиморфизма rs4994 гена ADRB3 свидетельствовали, что частота встречаемости мутантного аллеля у обследованных составляла 8,0%, при этом генотип Trp64Trp был выявлен в 84,0% случаев, а Trp64Arg – в 16,0%, тогда как гомозиготный тип не встречался. У мужчин частота встречаемости аллеля 64Arg была несколько выше, чем у женщин, однако эти различия не достигали статистической значимости: OR - 1,06; CI (0,28-3,92), p=0,94. В связи с этим в дальнейших исследованиях гендерные особенности группы пациентов не учитывались.

Как видно из таблицы 8, по сравнению с носителями дикого генотипа у обследованных с генотипом Trp64Arg гена ADRB3 отмечалось достоверное увеличение жировой массы. Величина ИМТ, окружности талии, бедер, соотношение окружность талии/окружность бедер у мужчин были выше при наличии мутантного аллеля, однако различия не достигали уровня статистической значимости.

Средние показатели энерготрат покоя у пациентов обеих групп практически не отличались. Величины пищевого термогенеза белков, жиров и углеводов у лиц с полиморфизмом rs4994 гена ADRB3 были аналогичны дикому типу, что можно связать с одинаковым значением тощей массы тела у пациентов обеих групп.

Анализ данных биохимических исследований свидетельствовал о более выраженных отклонениях от нормы величины метаболических показателей у пациентов, имеющих мутантный аллель 64Arg гена ADRB3 (таблица 9).

Таблица 8. Антропометрические и метаболические показатели обследованных в зависимости от полиморфизма rs4994 гена ADRB3 (M±m)

Показатели	Генотип	
	Trp64Trp	Trp64Arg
ИМТ, кг/м ²	28,2±0,82	30,4±2,24
Окружность талии, см	85,1±1,82	88,6±4,52
Окружность бедер, см	105,3±1,50	109,5±3,27
ОТ/ОБ	0,80	0,81
Жировая масса, кг	28,9±1,65	37,6±6,73*
Тощая масса, кг	49,5±1,10	50,9±2,65
Мышечная масса, кг	23,4±0,66	23,4±1,23
Энерготраты покоя, ккал	1576,8±66,6	1563,2±149,4
ПТБ, ккал(%)	33,7 ± 0,98	33,0 ± 1,63
ПТЖ, ккал(%)	10,2 ± 0,30	9,8 ± 0,48
ПТУ, ккал(%)	19,9 ± 0,57	19,1 ± 1,09

* - отличия достоверны по сравнению с группой обследуемых с генотипом Trp64Trp, (p<0,05).

Как видно из таблицы 9, у обследованных лиц с генотипом Trp64Arg полиморфизма rs4994 гена ADRB3 по сравнению с генотипом Trp64Trp в сыворотке крови отмечался достоверно более низкий уровень ХС ЛПВП. При этом у мужчин с наличием мутантного аллеля была выявлена достоверно более высокая концентрация холестерина ЛПНП в сыворотке крови.

Содержание лептина в сыворотке крови у женщин было практически в 2,0-2,5 раза выше, чем у мужчин. Как у мужчин, так и у женщин, уровень этого гормона в сыворотке крови был достоверно выше при наличии мутантного аллеля 64Arg гена ADRB3 (табл. 9).

Таблица 9. Биохимические показатели пациентов в зависимости от генотипа rs4994 гена ADRB3(M±m)

Показатели	Генотипы	
	Trp64Trp	Trp64Arg
Триглицериды, ммоль/л	1,31±0,10	1,47±0,65
Глюкоза, ммоль/л	4,93±0,11	5,19±0,28
Общий холестерин, ммоль/л	5,30±0,14	5,14±0,32
ХС ЛПНП, ммоль/л	3,09±0,12	3,68±0,37
ХС ЛПВП, ммоль/л	1,42±0,06	1,12±0,10*
Мочевая кислота, мкмоль/л	305,8±13,7	349,1±34,2
Общий белок, моль/л	71,2±0,83	72,0±3,21
Лептин, нг/мл	38,6±3,06	52,7±6,01*
ПТБ (ккал%)	33,7 ± 0,98	33,0 ± 1,63
ПТЖ (ккал%)	10,2 ± 0,30	9,8 ± 0,48
ПТУ (ккал%)	19,9 ± 0,57	19,1 ± 1,09

* Достоверность отличий от группы обследуемых с генотипом Trp64Trp (p<0,05).

Как видно из таблицы 10, у пациентов с мутантным аллелем 64Arg гена ADRB3 отмечались более низкие (но не достоверно) значения термогенеза всех макронутриентов. Была выявлена ассоциация аллеля 64Arg полиморфизма rs4994 гена ADRB3 с низким уровнем ПТБ: OR= 1,45, CI (0,42-5,05) при p=0,56; ПТЖ: OR=1,99, CI (0,52-7,67) при p=0,46 и ПТУ: OR=1,65, CI (0,43-6,39) при p=0,46.

Таблица 10. Частота встречаемости генотипов и аллелей полиморфизма rs4994 гена ADRB3 в зависимости от величины ПТ

Группа обследованных	Частота генотипов, %		Частота аллелей, %	
	Trp64Trp	Trp64Arg	64Trp	64Arg
ПТ белков				
Высокий ПТБ (>33,8), ккал %	87,1	12,9	93,5	6,5
Низкий ПТБ (<33,8), ккал %	81,8	18,2	90,9	9,1
ПТ жиров				
Высокий ПТЖ (>10,2), ккал %	89,7	10,3	94,8	5,2
Низкий ПТЖ (<10,2), ккал %	80,4	19,6	90,2	9,8
ПТ углеводов				
Высокий ПТУ (>19,9), ккал %	88,5	11,5	94,2	5,8
Низкий ПТУ (<19,9), ккал %	81,6	18,4	90,8	9,2

Выводы

1. На основании исследования динамики термической реакции пищевой нагрузки определены кинетические закономерности, позволившие рассчитать суммарный термогенез.

2. Выявлены различия величин термогенеза изокалорийных пищевых нагрузок углеводной, белковой и жировой направленности. Величина пищевого термогенеза: для каш на основе различных круп (пшено, овес, гречиха) составила 18,7%, творога - 30,8%, сливочного масла - 14,8% от калорийности пищевых продуктов и блюд.

3. Установлена величина пищевого термогенеза белков (33,8% от калорийности белка), жиров (10,2% от калорийности жиров) и углеводов (19,9% от калорийности углеводов).

4. Установлено, что величина пищевого термогенеза зависит от состава тела. Обнаружена прямая коррелятивная связь между величиной тощей массы тела и термогенным эффектом белков ($r=0,89$, $p < 0,05$), жиров ($r=0,88$, $p < 0,05$) и углеводов ($r=0,93$, $p < 0,05$). Количество жировой массы не оказывает существенного влияния на величину пищевого термогенеза макронутриентов.

5. Обнаружена достоверная прямая корреляция между обменом покоя и интенсивностью термогенеза белков, жиров и углеводов белков. При увеличении основного обмена на 100 ккал пищевой термогенез макронутриентов возрастает в среднем на 1,8%.

6. У лиц с ИМТ = 25-29,9 кг/м² и с ИМТ > 30 кг/м² выявлено достоверное увеличение интенсивности пищевого термогенеза белков (соответственно на 18,1% и 40,2%), жиров (на 20,2% и 35,7%) и углеводов (на 15,7% и 36,1%) по сравнению с пациентами, имеющими нормальную массу тела.

7. Показана достоверная связь полиморфизмов rs9939609 гена FTO и rs4994 гена ADRB3 с величиной ИМТ, параметрами состава тела (жировой, тощей и мышечной массой), биомаркерами пищевого статуса (ЛПВП, мочевая кислота, лептин) и величиной обмена покоя.

8. Установлено, что наличие мутантного аллеля А rs9939609 гена FTO в гомозиготном состоянии, по сравнению с диким генотипом, проявляется достоверно более высоким пищевым термогенезом белков (на 17%), величиной ИМТ (на 20%), жировой (на 55,5%) и тощей массы (на 18%), уровнем лептина в сыворотке крови (в 2 раза).

Практические рекомендации

1. Для более детальной характеристики пищевой ценности отдельных пищевых продуктов и блюд рекомендуется проводить расчет термогенеза белков, жиров, углеводов, используя данные, полученные в настоящем исследовании.

2. Результаты исследования термогенеза белков, жиров и углеводов необходимо использовать при уточнении «Норм физиологической потребности в энергии и пищевых веществах различных групп населения Российской Федерации».

3. Выявленную взаимосвязь величины пищевого термогенеза с персональными особенностями пищевого статуса рекомендуется применять для прогноза интенсивности индивидуальной термической реакции человека на пищу.

4. Определение термогенных свойства пищевых продуктов и блюд целесообразно использовать при составлении персонализированных рационов питания для лиц с ИМТ > 30 кг/м².

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Работы, опубликованные в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Минобрнауки России:

1. Егоренкова Н.П., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Левин Л.Г., Сото Х.С., Аристархова Т.В., Батурин А.К. Изучение энергетического обмена у лиц с полиморфизмом Trp64Arg гена β3-адренорецепторов / Вопросы питания. - 2016. – Т.3. – С. 42-49 (0,6 п.л.)
2. Егоренкова Н.П., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Левин Л.Г., Аристархова Т.В., Соколов А.И., Батурин А.К. Изучение особенностей метаболизма у лиц с полиморфизмом rs9939609 гена FTO / Вопросы питания. - 2015–Т 4. – С. 97-104 (0,6 п.л.)
3. Тутельян В.А., Погожева А.В., Егоренкова Н.П., Аристархова Т.А., Денисова Н.Н., Солнцева Т.Н., Алешина И.В., Тоболева М. А., Батурин А.К. Диагностика алиментарно-зависимых заболеваний. / Якутский медицинский журнал. – 2015. –Т.3. № 51. С. 74 (0,6 п.л.)

Материалы научных конференций

1. Егоренкова Н.П., Соколов А.И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Особенности специфического динамического действия пищевого белка. / Материалы V научно-образовательной конференции кардиологов и терапевтов Кавказа. 27-28 октября 2015 г. Нальчик. Кардиоваскулярная терапия и профилактика 2015. Спецвыпуск (14):25. (0,07 п.л.)
2. Егоренкова Н.П., Соколов А.И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Особенности термогенеза пищевых белков. / Материалы Региональной научно-практической конференции «Лечебное питание: актуальные вопросы». 30-31 октября 2015 г. Казань. Вопросы питания. Приложение.84(5):38. (0,06 п.л.)
3. Егоренкова Н.П., Соколов А.И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Зависимость пост-прандиального термогенеза пищи от содержания жировой массы тела. / Материалы IV Международного форума кардиологов и терапевтов 30 марта-1апреля 2015 г. Москва. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, спецвыпуск 14; 2015 :73. (0,06 п.л.)
4. Егоренкова Н.П., Соколов А.И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Пищевой термогенез углеводов у людей с ожирением. / Материалы IV международного форума кардиологов и терапевтов 30 марта-1апреля 2015 г. Москва. Кардиоваскулярная терапия и профилактика, спецвыпуск 14; 2015: 72-73. (0,1 п.л.)
5. Егоренкова Н.П., Соколов А.И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Термогенез постных каш у лиц с избыточной массой тела и ожирением. / Материалы IVнаучно-образовательной конференции кардиологов и терапевтов Кавказа. 28-29 октября 2014 г. Владикавказ. Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2014 г. Приложение 1. 2(3):13. (0,09 п.л.)
6. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Берштейн С.М, Батурин А.К. Зависимость пищевого термогенеза от состава тела. / Материалы XV Всероссийского конгресса диетологов и нутрициологов с международным участием «Здоровое питание: от фундаментальных исследований к инновационным технологиям».2-4 июня 2014 г. Москва. Вопросы питания. Приложение.2014.83(3):215-216. (0,11 п.л.)
7. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Берштейн С.М., Батурин А.К. Пищевой термогенез белков. / Материалы XXXIII Российского национального конгресса «Человек и лекарство» 11-14 апреля 2016 г. Москва. Сборник тезисов. С.83. (0,06 п.л.)

8. Погожева А.В., Батури́н А.К., Егоренкова Н.П., Левин Л.Г., Аристархова Т.В., Сото Х.С., Денисова Н.Н., Солнцева Т.Н., Алешина И.В., Тоболева М.А., Редзюк Л.А. Оценка пищевого статуса пациентов для выявления факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Неинфекционные заболевания и здоровье населения России» 27-29 мая 2015 г. Москва. Профилактическая медицина 2015;18(2):90-91. (0,07 п.л.)
9. Погожева А.В., Батури́н А.К., Егоренкова Н.П., Левин Л.Г., Сото Х., С., Аристархова Т.В., Полякова А.В., Возрастные особенности пищевого и гормонального статуса обследованных в КДЦ «Здоровое питание». / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Питание и здоровье населения на территориях с экстремальными условиями» 25-26 июня 2015 г. Якутск. Вопросы питания. Приложение.84(3):155-156. (0,05 п.л.)
10. Погожева А.В., Батури́н А.К., Егоренкова Н.П., Алешина И.В., Тоболева М.А., Солнцева Т.Н., Денисова Н.Н., Редзюк Л.А. Изучение состояния пищевого и энергетического статуса в пищевом аспекте. / Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Питание и здоровье» 4-5 июня 2015 г. Екатеринбург. Вопросы питания. Приложение. 84(3):156-157. (0,07 п.л.)
11. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Берштейн С.М, Батури́н А.К. Сравнительный анализ пищевого термогенеза белка и углеводов. / Материалы X Юбилейного Российского форума «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург – 2015» 6-7 ноября 2015 г. Тезисы конференции 2015:24-25. (0,06 п.л.)
12. Егоренкова Н.П., Берштейн С.М., Соколов А.И., Погожева А., В., Батури́н А.К. Оценка влияния состава тела на пищевой термогенез белковых блюд у пациентов, находящихся на лечебно-восстановительных программах в условиях санатория. / Материалы Всероссийского форума «Здравница 2016» 22-24 мая 2016 г., г. Казань. // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физкультуры. – 2016. - Том 93. №2. – С. 73. (0,08 п.л.)
13. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Берштейн С.М, Батури́н А.К. Сравнительный анализ пищевого термогенеза жиров и углеводов. Материалы XVI Всероссийского конгресса нутрициологов и диетологов с международным участием, посвященного 100-летию со дня рождения основателя отечественной нутрициологии А. А. Покровского, «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи.» 2-4 июня 2016 г., г. Москва. / Вопросы питания. Приложение. - 2016. - Том 85 №2. – С. 232. (0,06 п.л.)
14. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Берштейн С.М, Батури́н А.К. Изучение пищевого термогенеза белков и жиров. / Материалы XVI Всероссийского конгресса нутрициологов и диетологов с международным участием, посвященного 100-летию со дня рождения основателя отечественной нутрициологии А. А. Покровского, «Фундаментальные и прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи.» 2-4 июня 2016 г., г. Москва. // Вопросы питания. Приложение. – 2016. – Том 85. №2. - С. 231-232. (0,06 п.л.)
15. Егоренкова Н.П., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Левин Л.Г., Сото Х.С., Аристархова Т.В., Соколов А.И., Батури́н А.К. Изучение энергетического обмена у лиц с полиморфизмом rs9939609 гена FTO и Trp64Arg гена b3-адренорецепторов. / Материалы XVI Всероссийского конгресса нутрициологов и диетологов с международным участием, посвященного 100-летию со дня рождения основателя отечественной нутрициологии А. А. Покровского, «Фундаментальные и

прикладные аспекты нутрициологии и диетологии. Качество пищи». 2-4 июня 2016 г., г. Москва. // Вопросы питания. Приложение. – 2016. - Том 85. №2. – С. 232-233. (0,09 п.л.)

16. Егоренкова Н.П., Соколов А.И, Погожева А.В., Батулин А.К. Берштейн С.М. Сравнительный анализ пищевого термогенеза белковой и жировой пищи. / Материалы XI Российского форума с международным участием «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург — 2016» 11-12 ноября 2016 г., г. Санкт-Петербург. (0,06 п.л.)

17. Егоренкова Н.П., Соколов А. И., Погожева А.В., Батулин А.К., Берштейн С.М. Зависимость пищевого термогенеза от энергетического обмена. / Материалы XI Российского форума с международным участием «Здоровое питание с рождения: медицина, образование, пищевые технологии. Санкт-Петербург — 2016» 11-12 ноября 2016 г., г. Санкт-Петербург. (0,05 п.л.)

18. Егоренкова Н.П., Берштейн С.М., Соколов А.И, Погожева А.В., Батулин А.К Изучение влияния состава тела на пищевой термогенез белковых блюд у пациентов, находящихся на лечебно-восстановительных программах в условиях санатория. / Материалы II Международного конгресса «Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина.» г. Москва 24-25 октября 2016г. (0,08 п.л.)

19. Егоренкова Н.П., Погожева А.В., Батулин А.К., Соколов А.И. Влияние макронутриентного состава готовых блюд на пищевой термогенез. / Материалы VI научно-образовательная конференция кардиологов и терапевтов Кавказа 25-26 октября г. Грозный / Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. - №15 (Спец.выпуск). (0,08 п.л.)

20. Егоренкова Н.П. Влияние химического состава готовых блюд на пищевой термогенез. / Медицинский академический журнал. - 2016. – Т.3. – С. 569-571 (0,15п.л.)

Список сокращений

FTO- fat mass and obesity-associated gene

ADRB3–ген β 3-адренорецепторов

ИМТ - индекс массы тела

ЛПНП - липопротеиды низкой плотности

ЛПВП - липопротеиды высокой плотности

МК-мочевая кислота

ОБ-окружность бедер

ОТ-окружность талии

ОТ/ОБ – соотношение окружности талии и бедер

ПТУ- пищевой термогенез углеводов

ПТЖ-пищевой термогенез жиров

ПТБ- пищевой термогенез белков

ПТ- пищевой термогенез

ТГ-триглицериды