

*На правах рукописи*

**ТОПАНОВА АЛЕКСАНДРА АЛЕКСАНДРОВНА**

**ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО СТАТУСА И  
ИНДИВИДУАЛЬНАЯ КОРРЕКЦИЯ ПИТАНИЯ  
ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ**

14.00.07 - ГИГИЕНА

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

**Санкт-Петербург  
2009**

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова» Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» и Федеральном Государственном учреждении «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры».

**Научные руководители:**

доктор медицинских наук  
кандидат биологических наук, доцент

Чернякина Татьяна Сергеевна

Гольберг Наталья Давидовна

**Официальные оппоненты:**

Заслуженный деятель науки РФ,  
доктор медицинских наук,  
профессор  
доктор медицинских наук,  
профессор

Доценко Владимир Антонович

Карелин Александр Олегович

**Ведущее учреждение:** Федеральное государственное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Защита состоится « 19 » ноября 2009 года в \_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета Д 208.086.02. ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова Росздрава» (195067, Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная медицинская академия им. И.И. Мечникова Росздрава» (195067, Санкт-Петербург, Пискаревский пр., д. 47).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » октября 2009 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор медицинских наук, профессор

Л.В. Воробьева

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Важнейшим условием достижения спортивного успеха и сохранения здоровья является правильное и рациональное питание [Покровский А.А., 1971; Тутельян В.А., 2001, 2007; Доценко В.А., 2001]. Питание должно не только полностью удовлетворять потребности спортсмена в энергии, пластическом материале и биологически активных компонентах [Рогозкин В.А. и др., 1989], но и быть индивидуализированным [Полиевский С.А., 2005]. С позиции «здорового питания» пища рассматривается как серьезный фактор профилактики и риска основных заболеваний современного человека – сердечно-сосудистых, некоторых онкологических заболеваний, ожирения, сахарного диабета, остеопороза и других [Батурин А.К. 1997; Батурин А.К. и др., 2006; Мартинчик А.Н., Тутельян В.А. 2000, 2007; Мартинчик А.Н. и др., 2002].

Неадекватность и несбалансированность питания по основным пищевым компонентам и микронутриентам, приводящие к метаболическим нарушениям у юных спортсменов, могут оказать негативное влияние на их спортивные достижения и состояние здоровья. Заболевания, связанные с нарушением обмена веществ и функций сердечно-сосудистой системы, относятся к мультифакториальным, в проявлении которых существенную роль оказывают как внешние факторы (например, питание, двигательная активность, стресс и т.д.), так и наследственная предрасположенность [Гольберг Н.Д., Дондуковская Р.Р., 2007]. Риск развития алиментарно обусловленных заболеваний увеличивается после окончания активной спортивной карьеры спортсмена.

Ведется поиск информативных показателей оценки пищевого статуса у спортсменов с прогнозом их спортивных достижений и состояния здоровья. В связи с этим актуальным направлением является исследование генотипической предрасположенности к нарушениям процессов обмена веществ, ведущих к ожирению и сахарному диабету 2 типа, заболеваниям сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов.

**Цель работы:** разработать и обосновать современный алгоритм оценки пищевого статуса юных спортсменов и индивидуальной коррекции питания.

**Задачи исследования:**

1. Изучить фактическое питание в группах юных спортсменов (борцы, велосипедисты, гребцы), оценить соответствие потребления энергии, макро- и микронутриентов рекомендуемым для юных спортсменов нормам обеспечения физиологических потребностей в зависимости от спортивной специализации.
2. Дать гигиеническую оценку пищевого статуса юных спортсменов по комплексу клинико-лабораторных показателей, характеризующих физическое развитие, углеводный и липидный метаболизм.
3. Выявить генетическую предрасположенность спортсменов к мультифакториальным заболеваниям (ожирение, сахарный диабет 2 типа, болезни сердечно-сосудистой системы) по результатам генеалогического и молекулярно – генетического анализа.
4. Оценить эффективность оптимизации питания на обмен веществ и физическую работоспособность юных спортсменов с различными генотипами по «генам предрасположенности».
5. Разработать алгоритм оценки пищевого статуса спортсменов и рекомендации по индивидуальной коррекции питания с учетом данных клинико-лабораторных исследований и молекулярно-генетического анализа.

**Личный вклад автора.** Все основные экспериментальные данные, представленные в диссертации, получены автором лично. Самостоятельно определены цели, задачи и объем исследования; проведена математико-статистическая обработка, анализ и научное обобщение полученных данных.

**Научная новизна:** Впервые определены особенности пищевого статуса юных спортсменов, занимающихся разными видами спорта (борьба, велогонки на шоссе, гребля академическая и на байдарке и каноэ) по комплексу показателей: физическое развитие, углеводный и жировой обмен, молекулярно-генетический анализ. На основании определения полиморфизма генов «триггеров» ACE, PPARA, PPARG, UCP2 и UCP3 впервые выявлена предрасположенность юных спортсменов занимающихся разными видами спорта (борьба, велогонки на шоссе, гребля академическая и на байдарке и каноэ) к заболеваниям обмена веществ.

**Практическая значимость работы.** На основании полученных данных разработаны методические рекомендации «Основные принципы организации питания в детско-юношеском спорте», утвержденные Ученым советом Федерального государственного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» 30.11.2005 г.). Предложен комплекс рекомендаций по индивидуальной коррекции питания юных спортсменов с генетической предрасположенностью к нарушению метаболизма, который реализуется с применением компьютерной программы «Организация питания в ДЮСШ и УОР». Результаты исследований внедрены в практику организации питания в училище олимпийского резерва (УОР) №2. Санкт-Петербурга (акт внедрения от 01.09.2009 г.) и специализированной детско-юношеской школе олимпийского резерва (СДЮСШОР) г. Санкт-Петербурга (акт внедрения от 14.03.2008).

**Апробация работы.** Результаты исследований и основные положения диссертации были представлены и обсуждены на итоговых аспирантских конференциях Санкт-Петербургского НИИ физической культуры (2005, 2006); 10, 11 и 12 Ежегодных конгрессах Европейского колледжа спортивных наук (Белград, Словения, 2005; Лозанна, Швейцария, 2006; Яваскюла, Финляндия, 2007); III и IV Межрегиональной научно-практической конференции «Питание здорового и больного человека» (Санкт-Петербург, 2005, 2006); XVII, XVIII Олимпийской научной сессии молодых ученых и студентов России (Москва, 2006, 2007); IX, X, XII Всероссийской медико-биологической конференции молодых исследователей «Человек и его здоровье» (Санкт-Петербург, 2006, 2007, 2009); итоговых научных конференциях Санкт-Петербургского НИИ физической культуры (2005, 2006), Международном форуме «Фундаментальные и прикладные проблемы питания» (Санкт-Петербург, 2007); Международной научно-практической конференции «Современные проблемы физической культуры и спорта» (Санкт-Петербург, 2008); Международных научных конференциях «Нутригеномика» (Париж, 2008) и «Генетика человека» (Барселона, 2008).

#### **Основные положения, выносимые на защиту.**

1. Гигиеническая оценка статуса питания юных спортсменов по комплексу показателей, характеризующих физическое развитие, угле-

водный и жировой обмен, показала, что недостаточный пищевой статус имеют в среднем 9,6% юных спортсменов.

2. Повышенный риск развития мультифакториальных заболеваний обмена веществ (ожирение, сахарный диабет 2 типа, болезни сердечно-сосудистой системы) имеют 29,9% атлетов ввиду сочетания «неблагоприятных» генотипов, из них 30,7% борцов, 39,5% велосипедистов и 20,5% гребцов.

3. Дифференцированный подход с учетом результатов молекулярно-генетического анализа к оптимизации питания юных спортсменов при интенсивной физической нагрузке способствует повышению физической работоспособности спортсменов без вреда их здоровью.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, обзора научной литературы, 7 глав собственных исследований, включающих описание методов и организации исследований и обсуждение результатов, выводов, практических рекомендаций, списка использованной литературы, приложения, документов, подтверждающих внедрение полученных результатов в практику. Текст диссертации изложен на 144 страницах. Список литературы включает 88 отечественных и 187 иностранных источников. Диссертация иллюстрирована 35 таблицами и 10 рисунками.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** обосновывается актуальность темы, определяются цели и задачи исследования, раскрывается научная новизна и практическая значимость работы, выносимые на защиту положения.

**В первой главе** представлен обзор литературы по проблемам организации питания в детско-юношеских спортивных школах. Описываются особенности углеводного и липидного обмена у детей и подростков, систематически занимающихся спортом, и роль генов-«триггеров» в развитии заболеваний, связанных с нарушением метаболизма. Показано недостаточное количество исследований и отсутствие гигиенических обоснований по применению генетических исследований для профилактики мультифакториальных заболеваний, развития и совершенствования физических (двигательных) качеств спортсмена, повышения спортивного мастерства.

**Во второй главе** дано описание программы, организации и методов исследования. Контингент обследуемых составили подростки, систе-

матически занимающиеся одним из видов спорта в училищах олимпийского резерва (УОР) и экспериментальной школе-интернате олимпийского резерва (ЭШИОР) (табл. 1).

Таблица 1

Объект исследований				
№	Группа	Место учебы	Количество	Возраст, годы
1	Борцы	УОР № 2	75	17,24±0,90
2	Велосипедисты	ЭШИОР г. Сестрорецк	118	13,8±0,35
3	Гребцы	УОР № 1	39	15,4±0,87
4	Контрольная группа	Общеобразовательные учебные заведения г. Санкт Петербурга	367	15,01±3,21

Юные спортсмены относились к одной возрастной группе (13-17 лет) и различались по группе видов спорта.

Борьба (вольная, дзюдо, греко-римская) относится к 3 группе – виды спорта, характеризующиеся большим объемом и интенсивностью физической нагрузки.

Велогонки на шоссе, гребля (академическая, на байдарках, каноэ) относятся к 4 группе – виды спорта, связанные с длительными и напряженными физическими нагрузками.

Юные спортсмены круглогодично находились на интернатном режиме в спортивных учреждениях.

Санитарно-гигиенические условия проживания юных спортсменов и спортивной тренировки были идентичными во всех учреждениях.

В режиме дня исследуемых групп спортсменов 6 часов занимала спортивная тренировка (3 раза по 2 часа), 5-6 часов – обучение по программе общеобразовательной школы, 8-9 часов отведено на ночной сон, установлен 5-ти разовый прием пищи (завтрак, второй завтрак, обед, ужин, второй ужин).

В исследовании использовались методы: клинико-лабораторной диагностики, социально-гигиенические, социологические, статистические. Методы и объем исследований представлены в таблице 2.

Оценку антропометрических показателей спортсменов осуществляли по таблицам центильного типа в соответствии с методическими рекомендациями «Антропометрический скрининг при массовых профилактических осмотрах детей» (утв. МЗ РФ, 1995 г). Оценку ИМТ проводили по международным стандартам, рекомендованным ВОЗ.

Определение концентрации глюкозы в сыворотке крови проводили с помощью энзиматического калориметрического метода набором реагентов – фирмы «VITAL DIAGNOSTICS» (Россия). Для ретроспектив-

ной диагностики гликемии проводили энзиматическое определение уровня гликированного гемоглобина после гемолиза эритроцитов по биотесту «Био-ЛА-Тест» (PLIVA - Lachema, Чехия).

Таблица 2

## Методы и объем исследований

№ п.п.	Наименование исследования	Кол-во исследованных	Кол-во измерений
1.	Изучение состояния здоровья		
1.1.	Анализ медицинской документации	83	83
1.2.	Оценка физического развития		
1.2.1.	Антропометрия (измерение длины и массы тела, окружности груди)	232	696
1.2.2.	Расчет индексов массы тела (ИМТ, МТ/В, ДТ/МТ, ДТ+МТ+ОГ/В)	232	928
1.2.3.	Калиперометрия (измерение толщины кожно-жировых складок в 7 точках) и расчет компонентного состава тела	197	1373
1.2.4.	Измерение интегрального показателя физической работоспособности (PWC 170)	33	66
1.2.6.	Оценка уровня и степени гармоничности физического развития	197	197
2.	Лабораторные методы		
2.1.	Биохимические исследования сыворотки крови		
2.1.2.	Биохимические исследования показателей углеводного обмена в сыворотке крови (глюкоза, гликированный гемоглобин, молочная кислота)	197	1194
2.1.3.	Биохимические исследования показателей липидного обмена в сыворотке крови (холестерин общий, холестерин липопротеидов высокой плотности, триглицериды)	197	1209
2.1.4.	Биохимические исследования показателей минерального обмена в сыворотке крови (кальций, магний)	33	124
2.1.5.	Биохимическое определение мочевины, креатинина, креатинфосфокиназы в сыворотке крови	33	198
2.2.	Определение генетической предрасположенности к мультифакториальным заболеваниям обмена веществ		
2.2.1.	Выделение ДНК	599	599
2.2.2.	Определение полиморфизмов генов (ПЦР)	599	2995
2.2.3.	Анкетно-опросный метод	232	2088
3.	Методы изучения фактического питания		
3.1.	Анализ продуктового набора рациона	30 рационов	510
3.2.	Изучение химического состава и энергетической ценности рационов питания по меню-раскладкам	30 рационов	630
3.3.	Анкетно-опросный метод	232	2320
3.4.	Изучение химического состава и энергетической ценности рациона питания с использованием углеводно-минерального напитка «Олимпика»	2 рациона	2

Количественную оценку содержания общего холестерина, холестерина липопротеидов высокой плотности и триглицеридов в сыворотке

крови проводили с помощью энзиматических калориметрических методов с использованием наборов реагентов фирмы «Абрис» (Россия). Определение биохимических параметров сыворотки крови проводили на спектрофотометре фирмы «Beckmann» (США)

Генетическую предрасположенность спортсменов к мультифакторальным заболеваниям обмена веществ изучали с помощью результатов анкетного опроса и молекулярно-генетического анализа. Подбор генов для исследования осуществляли таким образом, чтобы их полиморфизмы не только гипотетически способны были повлиять на энергообеспечение мышечной деятельности (PPARA, PPARG, UCP2, UCP3) и деятельность сердечно-сосудистой системы (ACE), но и, по данным литературы, отражали генетическую предрасположенность к заболеваниям, связанным с нарушением обмена веществ. Для анализа использовали образцы ДНК, выделенные методом щелочной экстракции или сорбентным методом, в зависимости от способа забора биологического материала (смыв либо соскоб эпителиальных клеток ротовой полости). Полиморфизм генов определяли с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР).

G/C полиморфизм гена PPARA определяли в соответствии с методикой, предложенной Flavell et al. [2002]; Prol2Ala полиморфизм гена PPARG определяли по методу, предложенному Oh et al. [2000]; оценка Ala55Val полиморфизма гена UCP2 проходила по методике, предложенной Kubota et al. [1998]; -55C/T полиморфизм гена UCP2 оценивали способом, предложенным Dalgaard и коллегами [2001]. Определение инсерционно-делеционного (I/D) полиморфизма гена ACE проводили с помощью методики предложенной O'Dell S.D. et al. [1995]. Результаты электрофореза заносились в рабочий журнал и документировались с помощью цифровой фотокамеры «Canon».

Для расчета химического состава рационов была использована компьютерная программа «Организация питания в ДЮСШ и УОР», разработанная на основе таблиц "Химический состав и калорийность Российских продуктов питания" (Скурихин И.М., Тутельян В.А., 2007) с учетом потерь при холодной и кулинарной обработке. Гигиеническая оценка питания осуществлялась в сравнении со средней величиной по данной группе юных спортсменов, полученной путем расчета, в основу которого положена индивидуальная потребность в энергии на фактическую массу тела каждого спортсмена данного вида спор-

тивной специализации (ФГУ «Санкт-Петербургский НИИ физической культуры» (СПбНИИФК) [Рогозкин В.А., 1989] и с нормами, утвержденными Агентством по физической культуре и спорту РФ 05.03.2004 г. № 194 «Нормы обеспечения минимальным суточным рационом питания учащихся училищ олимпийского резерва».

Для хранения и обработки результатов исследования была создана матрица данных в виде электронных таблиц "Excel". Статистической анализ проводился на персональной ЭВМ с применением программы "GraphPad InStat" с использованием методов описательной статистики.

**В третьей главе** представлена оценка пищевого статуса юных спортсменов по совокупности морфологических, физиологических, биохимических и функциональных показателей.

При изучении состояния здоровья юных спортсменов были обнаружены отклонения, что согласуется с данными ряда исследователей нашей страны [Сухарев А.Г. 1991, Суханова Н.Н. 1996, Аверьянова Н.И. и др. 2001, Ямпольская Ю.А. 2001, Кучма В.Р. 2003]. У значительного количества юных спортсменов выявлены функциональные нарушения (21,9%) и хронические заболевания (21,9%), более 30% отклонений в состоянии здоровья приходится на заболевания дыхательной системы. У спортсменов 15-17 лет обнаруживается дефицит массы тела: у борцов - 16,1%, у велосипедистов - 8,1% и у гребцов - 15%. Избыточная масса тела за счет гипертрофии скелетных мышц была выявлена у 23,3% борцов и у 10,5% гребцов в возрастной группе 17-19 лет.

Представленные в таблице 3 данные свидетельствуют о том, что 13% юных спортсменов имеют дисгармоничное развитие и 30% - резко дисгармоничное за счет несоответствия длины и массы тела, окружности грудной клетки, что связано со спецификой мышечной деятельности и ростом спортивного мастерства.

Таблица 3

## Показатели гармоничности развития юных спортсменов (%)

Исследуемые группы спортсменов	Гармоничное	Дисгармоничное	Резко дисгармоничное
Велосипедисты (N=83)	86,2	9,2	4,6
Борцы (N=75)	37,5	12,5	50,0
Гребцы (N=39)	26,8	15,3	57,9
Все (N=232)	57,0	13,0	30,0

Недостаточный пищевой статус по ИМТ выявлен у 9,6% всех обследованных спортсменов, а у 18,7% борцов, 10,2% гребцов и 1,2% велосипедистов – повышенный. Недостаточный пищевой статус имели спортсмены с низким уровнем спортивного мастерства и выступающие на соревнованиях в легкой весовой категории. Пищевой статус борцов и гребцов повышен за счет гипертрофии скелетных мышц, что связано со спецификой вида спорта.

Анализ биохимических показателей метаболизма углеводов и жиров в сыворотке крови юных спортсменов не выявил отклонений от физиологических норм, что свидетельствует о хорошей адаптированности спортсменов юного возраста к повышенной физической нагрузке.

Целью **четвертой главы** явилась оценка генетической предрасположенности юных спортсменов к мультифакториальным заболеваниям обмена веществ по данным, полученным в результате анкетного опроса и определения полиморфизмов генов, являющихся «триггерами» этих заболеваний. Анализ анкетных данных показал, что от 13,3% до 27,5% спортсменов имеют в семейном анамнезе сахарный диабет; 6,8% - 9,3% - ожирение; 17,3% – 50,2% - гипертоническую болезнь и от 9,8% до 34,3% - ишемическую болезнь сердца.

Гены разобщающих протеинов (UCP2 и UCP3) являются основными регуляторами накопления и расхода энергии, что определяет наличие избыточной массы тела, кроме того, полиморфизм этих генов связан с нарушением обмена углеводов и предрасположенностью к развитию сахарного диабета 2 типа [Fang Q.C. et al. 2005, Yu X. et al. 2005]. Генотип Val/Val по гену UCP2 встречается у 22% спортсменов; генотип TT по гену UCP3 наблюдается у 6,6% спортсменов. Функцией генов регуляторов (PPARA и PPARG) является активация экспрессии нескольких десятков генов, определяющих обмен жиров и углеводов, в том числе и генов разобщающих протеинов (UCP2 и 3).

Анализ распределения полиморфизмов гена PPARA показал, что 4,1% обследованных спортсменов имеют генотип CC. Pro/Pro полиморфизм по гену PPARG связывают с предрасположенностью к СД 2 типа, он встречается у 85% людей, причем частота его выявления у больных СД II типа на 25% выше, чем у здоровых людей [Douglas J.A. et al. 2001]. Этот генотип был обнаружен у 69,7% атлетов. Согласно литературным данным, генотип DD по гену ACE, встречающийся у 24,9% спортсменов, ассоциирован с развитием нарушений в работе сердечно-

сосудистой системы, кроме того, D-аллель ассоциируется с высокими уровнями глюкозы крови и интолерантностью к глюкозе, которая особенно выражена у мужчин [Singh P.P. et al. 2006].

Данные исследования показали, что особое внимание необходимо уделять спортсменам с сочетанием нескольких полиморфизмов генов «триггеров», поскольку именно для них опасность нарушения обменных процессов наиболее высока. При анализе результатов было обнаружено, что в контрольной группе сочетания «неблагоприятных» генотипов имеют 29,9% обследованных, а среди атлетов такие сочетания наблюдаются у 33,2% спортсменов: 30,7% борцов, 39,5% велосипедистов и 20,5% гребцов.

**В пятой главе** представлен анализ фактического питания юных спортсменов в зависимости от их спортивной специализации. Оценка среднесуточного продуктового набора в разных учреждениях показала, что в питание юных спортсменов включены все основные группы продуктов: ежедневно мясо, молочные продукты, овощи, фрукты, крупы, 2-3 раза в неделю рыба, творог, сыр. Выявленные различия по ассортименту продуктов и их количеству, обусловлено статусом учреждений и разными источниками финансирования.

Энергетическая ценность суточного рациона борцов (табл. 4) составила  $6319,8 \pm 362,2$  ккал., что превышает расчетную среднюю величину для данной группы спортсменов (5206,0 ккал.) на 21,4%. Среднесуточные энергозатраты у юных борцов составляют  $4870 \pm 910$  ккал. (3960-5780 ккал.), а минимальная потребность в энергии пищи – 4500-5500 ккал. При сравнении фактической энергоценности суточного рациона с нормированной минимальной потребностью для спортсменов данной спортивной специализации установлено превышение на 14,9%, а с максимальной величиной энергозатрат – на 9,3%.

Таблица 4

Содержание основных пищевых веществ и энергетическая ценность суточного рациона питания юных спортсменов

Химический состав рациона	Группы спортсменов					
	Борцы		Велосипедисты		Гребцы	
	факт.	норма*	факт.	норма*	факт.	норма*
Энергоценность рациона, ккал.	6319,8±362,2	5206,0	5384,4±245,5	4920,0	4848,0±268,0	5292,0
Белки, г.	254,5±54,4	197,6	216,5±4,4	156,0	185,2±9,3	187,2
Жиры, г.	271,9±34,4	152,0	200,1±7,3	123,0	145,3±3,8	172,0
Углеводы, г.	713,2±47,0	760,0	667,1±36,6	795,0	761,3±12,4	784,8

\* «Нормы обеспечения минимальным суточным рационом питания учащихся училищ олимпийского резерва» утв. Агентством по физической культуре и спорту РФ 05.03.2004 г. № 194.

Энергетическая ценность суточного рациона велосипедистов (табл. 4) составила  $5384,4 \pm 245,5$  ккал., что также превышает расчетную среднюю величину для данной группы спортсменов (4920,0 ккал.) на 14,6%. Среднесуточные энергозатраты юных велосипедистов составляют  $5610 \pm 430$  ккал. (5180 – 6040 ккал.), минимальная потребность в энергии пищи юных спортсменов составляет 5500-6000 ккал. Различие фактической энергоценности суточного рациона с нормой минимальной потребности находится в пределах допустимой величины. Сравнение фактической энергоценности суточного рациона с максимальной величиной энергозатрат, выявило недостаточную калорийность рациона на 10,85% ( $-655,6$  ккал.).

Энергетическая ценность рациона гребцов составила  $4848,0 \pm 268,0$ , что на 8,4% ниже расчетной средней величины для данной группы спортсменов - 5292,0 ккал. Среднесуточные энергозатраты юных гребцов составляют  $5610 \pm 430$  ккал. (5180 – 6040 ккал.), минимальная потребность в энергии пищи юных спортсменов составляет 5500-6000 ккал. При сравнении фактической энергоценности суточного рациона с нормой минимальной потребности, выявляется недостаточная калорийность рациона на 11,85% ( $-652,0$  ккал.), а с максимальной величиной энергозатрат, недостаточная калорийность рациона возрастает до 19,73% ( $-1119,0$  ккал.).

Таким образом, рацион борцов обеспечивает максимальную величину их энергозатрат (энергоценность рациона больше энергозатрат на 9,3%), а рационы велосипедистов и гребцов не соответствуют их энергозатратам (недостаточность калорийности рациона составляет соответственно 10,85% и 19,73%).

Именно этот факт может способствовать дисгармоничности развития юных спортсменов (см. табл. 3).

Анализ химического состава рационов юных спортсменов показал, что содержание общего белка (табл. 4) превышает норму для борцов на 28,8%, для велосипедистов на – 38,8%, у гребцов этот показатель находится в пределах рекомендуемых величин.

Содержание жиров в рационе борцов и велосипедистов превышает рекомендуемые нормы за счет увеличения квоты жиров животного происхождения. В рационе гребцов обнаружено недостаточное содержание жира (на 15,5%).

Анализ минерального и витаминного состава рациона (табл. 5) показал, что в рационах борцов содержится избыточное количество калия, магния, фосфора, железа, витаминов С, РР и Е. Рационы питания велосипедистов содержат избыток калия, фосфора и витамина

РР и недостаток витаминов А, В1, В2 и Е. В рационе гребцов обнаружено недостаточное содержание практически всех микроэлементов и витаминов, кроме витамина Е, наиболее выражен недостаток содержания витаминов С и В2.

Таблица 5  
Содержание витаминов и микроэлементов в рационе питания юных спортсменов (%)

Химический состав рациона	Группы спортсменов					
	Борцы		Велосипедисты		Гребцы	
	факт.	норма**	факт.	норма**	факт.	норма**
Калий, мг	9622,2±635,4	5500,0	8874,3±775,0	5500,0	5540,3±470,3	5750,0
Кальций, мг	2234,3±482,9	2200,0	2248,3±268,1	2200,0	1980,7±237,1	2150,0
Магний, мг	870,5±208,9	600,0	766,3±105,1	600,0	580,6±98,3	700,0
Фосфор, мг	3545,1±470,3	2750,0	3420,3±294,6	2750,0	2525,1±195,8	2700,0
Железо, мг	39,6±4,6	27,5	35,0±5,2	27,5	35,1±4,1	37,5
Витамин, С, мг	326,0±79,1	212,5	344,7±85,5	212,5	210,3±68,3	250,0
Витамин, В1, мг	2,5±0,5	3,2	2,3±0,6	3,2	3,2±0,1	3,8
Витамин, В2, мг	3,9±0,5	4,5	3,7±0,6	4,5	3,7±0,4	4,5
Витамин, РР, мг	44,1±0,5	35,0	45,7±0,6	35,0	36,9±0,5	37,5
Витамин, А, мкг	3159,1±172,1	3400,0	2975,0±158,0	3400,0	3100,5±210,6	3300,0
Витамин, Е, мг	45,1±0,3	25,0	25,9±0,3	25,0	35,1±0,2	35,0

\*\* Рогозкин В.А. Основные принципы питания спортсменов. Методические рекомендации/ В.А.Рогозкин, А.И.Пшендин, Н.Н.Шишина. – Л., 1988. – 32 с.

Таким образом, рационы питания не сбалансированы по макро- и микронутриентам (избыточное содержание белка у борцов - на 28,8%, у велосипедистов - на 38,8%, недостаточное содержание витаминов В1, В2, А, С и микроэлементов во всех группах юных спортсменов).

**Шестая глава** посвящена оценке эффективности использования углеводно-минерального напитка для коррекции метаболических сдвигов у юных спортсменов с различными генотипами.

На основании генотипирования, спортсмены были разделены по группам в зависимости от генотипов исследованных генов.

Проведена оценка роли генотипов в реакции углеводного и липидного метаболизма спортсменов на специфическую тренировочную мышечную нагрузку и прием углеводно-минерального напитка в периоде срочного восстановления после тренировки. Физическая нагрузка, которая выполнялась юными борцами в смешанном аэробно-анаэробном режиме энергообеспечения, не оказала существенного влияния на биохимические параметры сыворотки крови атлетов, при этом генотипы

спортсменов по исследуемым генам не имели значения. Исключением является повышение уровня глюкозы у носителей генотипов Ala/Ala по гену UCP2 (до ФН -  $4,95 \pm 0,59^1$ , после ФН -  $6,94 \pm 0,57^1$ ), CC по гену UCP3 (до ФН -  $4,68 \pm 0,72^1$ , после ФН -  $7,14 \pm 1,49^1$ ), Pro/Ala по гену PPARG (до ФН -  $4,89 \pm 0,61^1$  после ФН -  $7,20 \pm 1,50^1$ ) ( $^1-P < 0,05$ ). Повышение концентрации глюкозы в сыворотке крови при мышечной деятельности зависит от соотношения скорости мобилизации гликогена печени и утилизации глюкозы работающими мышцами и другими органами и тканями. С другой стороны, между углеводными и липидными источниками энергообеспечения существуют реципрокные соотношения: повышение уровня жирных кислот приводит к уменьшению утилизации глюкозы [Яковлев Н.Н., 1974].

Оценка влияния приема углеводно-минерального напитка «Олимпия» юными велосипедистами на показатели метаболизма углеводов и липидов (табл. 6) с различными генотипами по гену ACE показала достоверное увеличение концентрации ионов кальция и магния и снижение количества холестерина и концентрации креатинина. Перед применением напитка «Олимпия» был обнаружен дефицит ионов кальция и магния в сыворотке крови у 33% спортсменов.

Таблица 6

Результаты биохимического исследования сыворотки крови велосипедистов до и после приема напитка

Показатель	Время исследования	Группа исследования с генотипом		Контрольная группа ID генотип (N=12)
		II (N=10)	DD (N=11)	
Кальций, мМ	до	$2,14 \pm 0,32^1$	$1,99 \pm 0,23$	$2,06 \pm 0,36$
	после	$2,33 \pm 0,12^1$	$2,21 \pm 0,11$	$2,27 \pm 0,27$
Магний, мМ	до	$0,77 \pm 0,18$	$0,71 \pm 0,11$	$0,64 \pm 0,12$
	после	$0,51 \pm 0,03$	$0,60 \pm 0,12$	$0,76 \pm 0,17$
Глюкоза	до	$4,70 \pm 0,55$	$4,65 \pm 0,38$	$4,59 \pm 0,87$
	после	$4,95 \pm 0,73$	$4,73 \pm 0,38$	$4,87 \pm 0,68$
Лактат, мМ	до	$1,57 \pm 0,24$	$1,72 \pm 0,55$	$1,78 \pm 0,38^1$
	после	$2,04 \pm 0,37$	$2,27 \pm 0,48$	$2,43 \pm 0,26^1$
Холестерин, мМ	до	$4,66 \pm 0,69^1$	$4,49 \pm 0,78$	$4,45 \pm 1,36$
	после	$3,91 \pm 0,74^1$	$4,03 \pm 0,52$	$4,03 \pm 0,44$
Мочевина, мкМ	до	$4,01 \pm 0,74$	$4,85 \pm 1,08$	$4,27 \pm 0,78^1$
	после	$4,60 \pm 1,19$	$4,89 \pm 1,51$	$5,54 \pm 0,90^1$
Креатинин, мкМ	до	$84,57 \pm 9,34$	$89,8 \pm 9,83$	$76,36 \pm 29,26$
	после	$118,14 \pm 16,09$	$110,33 \pm 6,14$	$116,00 \pm 13,86$
КФК, мЕ	до	$233,29 \pm 127,43$	$144,45 \pm 55,26$	$192,39 \pm 185,43$
	после	$207,26 \pm 75,43$	$187,69 \pm 82,94$	$199,54 \pm 142,20$

<sup>1</sup> – различия достоверны: -  $P < 0,05$

Систематический прием напитка привел к достоверному увеличению ионов кальция и снижению концентрации холестерина у спортсменов с генотипом II по гену ACE. У спортсменов с генотипом DD прием напитка привел к недостоверному увеличению ионов кальция в сыворотке крови. Независимо от генотипа по гену ACE у спортсменов в состоянии покоя не обнаруживается различий в концентрации глюкозы в сыворотке крови, что свидетельствует об отсутствии нарушений со стороны углеводного обмена, и связано с повышенной двигательной активностью атлетов.

Повышение концентрации ионов кальция в сыворотке крови связано, прежде всего, с составом напитка, в 200 мл которого содержится 14,4 мг ионов кальция. Снижение концентрации холестерина может быть связано с повышением его обмена под влиянием липотропных витаминов ( $B_1$  - 0,7 мг и  $B_2$  - 0,7 мг) входящих в состав напитка.

Прием «плацебо» подростками контрольной группы не привел к изменениям концентраций исследуемых веществ.

При физической нагрузке аэробного характера наблюдается снижение уровня общего холестерина в сыворотке крови [Яковлев Н.Н. 1974], что способствует профилактике развития сердечно-сосудистых заболеваний у спортсменов со II генотипом. Следовательно, применение углеводно-минерального комплекса атлетами – гомозиготами по I аллелю гена ACE будет приводить к повышению физической работоспособности спортсменов без вреда их здоровью.

**В седьмой главе** представлен алгоритм оценки пищевого статуса и коррекции питания юных спортсменов, разработанный на основании проведенных исследований (рис. 1). Учитывая роль наследственных факторов в формировании конституциональных особенностей человека и риск развития мультифакториальных заболеваний, связанных с избыточным или недостаточным статусом питания, необходимо включение методов генеалогического и молекулярно-генетического анализа в состав показателей оценки пищевого статуса юных спортсменов, в систему отбора и подготовки спортсменов и выбора адекватного питания с учетом индивидуальных особенностей и специфики тренировочного процесса.

Так как с возрастом спортсмена влияние генетической предрасположенности может стать более выраженным, необходим постоянный мониторинг (1 раз в год) пищевого статуса спортсменов с

высокой степенью риска развития мультифакториальных заболеваний обмена веществ.



Рис. 1. Алгоритм комплексной оценки пищевого статуса юных спортсменов

## ВЫВОДЫ

1. Оценка фактического питания юных спортсменов выявила нарушения основных правил оптимального питания: несоответствие энергетической ценности суточных рационов питания энерготратам (дефицитность калорийности суточного рациона у велосипедистов и гребцов соответственно на 10,85% и 19,73% и избыточность у борцов на 9,3%); несбалансированность рационов питания по макро- и микронутриентам (избыточное потребление белка у борцов - на 28,8%, у велосипедистов - на 6,5%, недостаточное потребление витаминов В1, В2, А, С и микроэлементов во всех группах юных спортсменов).

2. У значительного числа юных спортсменов (42,6%) выявлена дисгармоничность физического развития, которая наиболее выражена у борцов (62,5%) и гребцов (73,2%) и определяется несоответствием окружности грудной клетки длине и массе тела спортсменов, обусловлен-

ным спецификой вида спорта. Недостаточный пищевой статус имеют в среднем 9,6% спортсменов.

3. Оценка генетической предрасположенности юных спортсменов к мультифакториальным заболеваниям обмена веществ (ожирение, сахарный диабет 2 типа, болезни сердечно-сосудистой системы) показала, что избыточная масса тела наблюдается у 20,8% родственников 1-2 степени родства борцов, 13,3% родственников велосипедистов и 7,3% родственников гребцов; от 13,3% до 27,5% спортсменов имеют в семейном анамнезе сахарный диабет; 6,8 - 9,3% - ожирение; 17,3 – 50,2% - гипертоническую болезнь, от 9,8% до 34,3% - ишемическую болезнь сердца.

Генотипы, ассоциированные с риском развития нарушений обмена веществ: CC по гену PPARA имеют 4,1% обследованных, Pro/Pro по гену PPARG - 69,7%, Val/Val по гену UCP2 - 22%, TT по гену UCP3 - 6,6%, DD по гену ACE - 24,9% юных спортсменов. Кроме того, 29,9% юных спортсменов имеют различные сочетания от 2 до 4 генотипов «предрасположенности».

4. Оценка эффективности оптимизации питания с ежедневным приемом углеводно-минерального напитка велосипедистами приводит к достоверному снижению уровня холестерина сыворотки крови и повышению физической работоспособности у спортсменов - носителей P генотипа по гену ACE.

5. Разработанный алгоритм комплексной оценки пищевого статуса спортсменов, включающий методы молекулярно-генетической диагностики, позволяет выявить предрасположенность юных спортсменов к развитию мультифакториальных заболеваний и разработать индивидуальные меры профилактики путем своевременной коррекции питания с учетом спортивной специализации и метаболической направленности тренировочного процесса.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Рекомендовать методы генеалогического опроса и молекулярно-генетической диагностики, в систему предварительных медицинских осмотров, позволяющие выявить предрасположенность к мультифакториальным заболеваниям обмена веществ (ожирение, сахарный диабет 2 типа, болезни сердечно-сосудистой системы).

2. Проводить мониторинг пищевого статуса спортсменов с выявленной высокой степенью риска развития мультифакториальных заболеваний обмена веществ не реже 2 раз в год в составе периодических профилактических медицинских осмотров.

3. Данные генеалогического и генетического анализа использовать медицинскими работниками для рекомендаций подросткам выбора спортивной специализации, при контроле тренировочной нагрузки, организации функционального питания, контроле и своевременной индивидуальной коррекции питания с учетом спортивной специализации и метаболической направленности тренировочного процесса.

4. При составлении меню для юных спортсменов с генетической предрасположенностью к нарушению метаболизма использовать предложенный комплекс рекомендаций по профилактике развития обменных заболеваний, направленный на индивидуальную коррекцию питания.

5. Спортсменам – гомозиготам по I аллелю гена ACE при физической нагрузке аэробного характера необходимо рекомендовать применение углеводно-минерального комплекса, позволяющее снизить уровень общего холестерина в сыворотке крови, что способствует активизации восстановления во время отдыха после физической нагрузки и повышению физической работоспособности спортсменов с II генотипом без вреда их здоровью.

6. При составлении меню для юных спортсменов рекомендуется использовать компьютерную программу «Организация питания в ДЮСШ и УОР» [2005]. При планировании организации питания юных спортсменов использовать методические рекомендации «Основные принципы организации питания в детско-юношеском спорте», утвержденные Ученым советом Федерального государственного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры» [2006].

## **СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Topanova A.A. Individualization of young bicyclists nutrition in view of metabolic and genetic factors / R.R.Dondukovskaya, N.D.Golberg, A.A.Topanova, V.A.Rogozkin // 10-th Annual Congress ECSS of the European College of Sport Science. – Belgrade, 2005 – P. 217.

2. Топанова А.А. Актуальные вопросы организации питания в детско-юношеском спорте / Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская, Д.А. Прусакова, А.А.Топанова // Олимпийский спорт и спорт для всех: материалы IX Международного конгресса. – Киев, 2005. – С. 851.

3. Топанова А.А. Современные подходы к организации питания в детско-юношеском спорте / Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская, Д.А. Пру-

сакова, А.А. Топанова // Питание здорового и больного человека: материалы III Межрегиональной научно-практической конференции. – СПб., 2005. – С. 57-58.

4. Топанова А.А. Особенности питания юных велосипедистов при наследственной предрасположенности к нарушению обмена веществ / А.А.Топанова, Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская // Питание здорового и больного человека: материалы IV межрегиональной научно-практической конференции – СПб., 2006. – С. 189-190.

5. Топанова А.А. Функциональное питание в системе подготовки олимпийского резерва / А.А.Топанова // XVII Олимпийская научная сессия молодых ученых и студентов России. – М., 2006. – С. 81-86.

6. Топанова А.А. Основные принципы организации питания в детско-юношеском спорте: Методические рекомендации / Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская, А.И.Пшендин, А.А.Топанова. – СПб., 2006. – 39 с.

7. Topanova A.A. Structure of genetic predisposition to metabolic diseases and individualization of young athletes' nutrition / A.A.Topanova, N.D.Golberg, R.R.Dondukovskaya, E.V.Bugleeva // 12th Annual Congress ECSS of the European College of Sport Science- Jyvaskyla, Finland, 2007. – P. 628.

8. Топанова А.А. Генетическая предрасположенность к метаболическим заболеваниям и индивидуализация питания спортсменов / Н.Д.Гольберг, А.А.Топанова, И.И.Ахметов, Е.В.Шапот // Вестник СПбГМА им. И.И.Мечникова. – 2007. – №2 (Приложение). – С. 42-44.

9. Топанова А.А. Анализ фактического питания спортсменов СДЮСШОР и УОР / А.А.Топанова, Р.Р.Дондуковская, Е.В. Буглеева // Вестник СПбГМА им. И.И.Мечникова. – 2007. – №2 (Приложение). – С. 171-173.

10. Топанова А.А. Нутригенетика и коррекция питания спортсменов / Н.Д.Гольберг, А.А.Топанова, Н.В.Макарова, А.Н.Апойко, Е.В. Буглеева // Человек и его здоровье: материалы III международного симпозиума. – СПб., 2007. – С. 62.

11. Topanova A.A. The interaction between gene polymorphisms and carbohydrate intake with metabolic profile in Russian athletes / A.A.Topanova, I.I.Ahmetov, R.R.Dondukovskaya, N.D.Golberg // European Conference of Human Genetics. – Barcelona, Spain. – Eur. J. Hum. Genet. – 2008. – V.16 (Supp. 2). – P. 336-337.

12. Топанова А.А. Роль генетических факторов в организации питания юных спортсменов / Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская, А.А.Топанова, Н.В.Макарова // Современный олимпийский и паралимп-

пийский спорт и спорт для всех: материалы XII Международного конгресса. – М., 2008. – Т. 2. – С. 289.

13. Топанова А.А. Питание спортсменов: история и современность / Н.Д.Гольберг, Р.Р.Дондуковская, М.А.Данилова, В.И.Морозов, А.А. Топанова, Н.В.Макарова, А.Н.Петрова // Теория и практика физической культуры. – 2008. – №3. – С.73-76.

14. Топанова А.А. Разработка алгоритма оценки пищевого статуса юных спортсменов / А.А.Топанова, Т.С.Чернякина, Н.Д.Гольберг, Р.Р. Дондуковская // Вестник СПбГМА им. И.И.Мечникова. – 2008. – №1. – С. 35-39.

ЛР № 020365

---

Подписано в печать 15.10.2009 г. Заказ №  
Формат бумаги 60x84 Тираж 100 экз. усл. п.л. 1,0

---

Санкт-Петербургская государственная медицинская академия  
им. И.И. Мечникова  
Типография ООО «КАРО»  
Санкт-Петербург, Красногвардейская пл., д. 3.