

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПИТАНИЯ, БИОТЕХНОЛОГИИ И
БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩИ

УТВЕРЖДАЮ

УТВЕРЖДАЮ

Главный внештатный специалист по
спортивной медицине
Министерства здравоохранения Российской
Федерации, д.м.н., профессор

Главный внештатный специалист-диетолог
Министерства здравоохранения
Российской Федерации,
академик РАН, д.м.н., профессор



Б.А. Поляев

2019 г.



В.А. Тутельян

2019 г.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И
РАЗРАБОТКА РАЦИОНОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ
ИГРОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

Методические рекомендации

МОСКВА, 2019

Технология профилактики нарушения обмена веществ и разработка рационов питания для спортсменов игровых видов спорта. МР. - 41 с.

Разработаны: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» (член-корр. РАН, д.м.н., профессор Д.Б. Никитюк, д.м.н., проф. А.К. Батулин, д.м.н., профессор А.В. Погожева, д.б.н., профессор В.М. Коденцова, д.м.н. А.Н. Мартинчик, д.э.н. А.О. Камбаров, к.м.н. Э.Э. Кешабянц, к.м.н. Е.Ю. Сорокина, к.б.н., А.М. Сафронова, к.б.н. В.С. Баева, к.х.н. Н.А. Бекетова, к.б.н. О.А.Вржесинская, к.м.н. Н.Н. Денисова, к.т.н. Н.А. Михайлов, к.м.н. И.В. Кобелькова, к.м.н. А.И. Соколов, Е.В. Пескова, Т.Г. Забуркина, К.В.Кудрявцева, К.В. Выборная, С.В. Лавриненко, Р.М. Раджабкадиев, М.М. Семенов, О.В.Кошелева;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (д.м.н., профессор С.А. Парастаев, д.м.н., профессор В.А. Курашвили, к.м.н., доцент И.Т. Выходец);

Государственное автономное учреждение здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» филиал № 1 (член-корр. РАН, д.м.н., профессор В.А. Бадтиева, д.б.н. Е.А. Рожкова)

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы "Центр спорта и образования "Самбо-70" Департамента спорта города Москвы (В.Д. Выборнов);

НИИ спорта и спортивной медицины ФГБОУ ВО РГУФКСМиТ (к.п.н. И.А. Борисов)

Профессиональный Футбольный клуб «Велес» г. Москва (А.В. Тутов, Е.В. Шиленко, А.В. Чернышев).

Реферат

Ключевые слова: спортсмены игровых видов спорта, неинфекционные заболевания, биомаркеры, пищевой статус, метаболом, генотестирование, полиморфизм, ген, питание

В методических рекомендациях изложены современные принципы диагностики нарушений пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта с целью профилактики алиментарно-зависимых (неинфекционных) заболеваний. Технология основана на использовании в комплексе диагностических мероприятий метода оценки фактического питания, антропометрических параметров, биоимпедансметрии, определения биохимических маркеров пищевого статуса, генетического тестирования (ПЦР).

Методические рекомендации предназначены для спортивных врачей, врачей фитнес-центров, диетологов, терапевтов, эндокринологов, врачей общей практики, врачей центров здорового и спортивного питания и кабинетов здорового питания центров здоровья, студентов высших медицинских учебных заведений, курсантов сертификационных и тематических циклов усовершенствования и специализации врачей по диетологии и нутрициологии.

Содержание

	Обозначения и сокращения	5
1.	Введение	6
2.	Исследование питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта	12
2.1.	Методы изучения питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта	12
2.2.	Исследование фактического питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта при амбулаторном медицинском обследовании	14
2.3.	Исследование фактического питания спортсменов олимпийской сборной России по водному полу	20
2.4.	Исследование фактического питания спортсменов футбольной команды второго дивизиона	21
3.	Изучение ассоциаций полиморфизма генов у спортсменов, представляющих игровые виды спорта	22
3.1.	Изучение ассоциации полиморфизма генов со спортивной успешностью у спортсменов, представляющих игровые виды спорта	22
3.2.	Изучение ассоциации полиморфизма генов с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний у спортсменов, представляющих игровые виды спорта	25
4.	Разработка рационов питания для спортсменов игровых видов спорта	26
4.1	Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся футболом	27
4.2	Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся водным поло	29
5.	Список использованных источников	32
6.	Приложения	36
	Приложение А – Анкета и форма регистрации фактического потребления пищи спортсменами высокой квалификации	36
	Приложение Б – Анкета по исследованию питьевого режима спортсмена	38
	Приложение В – Профилактические рекомендации для спортсменов, основанные на результатах анализа генетических полиморфизмов, ассоциированных с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний и нарушений пищевого поведения	41

Обозначения и сокращения

АЛТ	- аланинтрансфераза
АСТ	- аспарагинтрансфераза
ВОЗ	- всемирная организация здравоохранения
ДНК	- дезоксирибонуклеиновая кислота
ИМТ	- индекс массы тела
ЛПВП	- липопротеиды высокой плотности
ЛПНП	- липопротеиды низкой плотности
НИЗ	- неинфекционные заболевания
КФК	- креатинфосфокиназа
ПС	- пищевой статус
СД2	- сахарный диабет 2 типа
ССЗ	- сердечно-сосудистые заболевания
ТГ	- триглицериды
ХС	- холестерин
ACTN 3	- α -актинин 3
ADRB2	- β 2-адренергический рецептор
HFE	- белок, регулирующий обмен железа
PPARD	- белок-рецептор, участвующий в дифференцировке клеток, в метаболизме мышечных тканей и термогенезе

1. Введение

Игровые виды спорта характеризуются чередованием нагрузок различной интенсивности с периодами отдыха. Механизм энергообеспечения работы – смешанный анаэробно-аэробный. Результат в игре зависит от степени развития нервно-мышечного аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, зрительного анализатора, и определяется развитием навыков, как технических, так и тактических. Возможны большие индивидуальные различия в расходе энергии, что связано с множеством факторов, влияющих на интенсивность физической нагрузки в ходе игры. В связи с этим энергоценность рациона может быть также очень вариабельна. Качественное и количественное распределение потребления пищи и жидкости в суточном рационе у спортсменов игровых видов спорта должно производиться с учетом предстоящей игры.

К игровым видам спорта относятся баскетбол, волейбол, гандбол, теннис, регби и другие, имеют общую особенность - переменный характер физической нагрузки. Физическая активность игроков в ходе игры меняется в широких пределах - от покоя до спринта. Периоды нагрузки высокой интенсивности часто длительны и требуют больших энергетических затрат. Особенности игровых видов спорта связаны не только с быстрым переключением действий в соответствии с меняющимися условиями игры, но и с необходимостью принятия быстрых решений. Спортсмены в игровых видах спорта испытывают наряду с физической нагрузкой большие нервно-психологические перегрузки, сопряженные с сильным эмоциональным возбуждением. К специфике этой группы видов спорта также относится продолжительный соревновательный сезон. Для них характерны частые переезды со сменой климато-географических и часовых поясов.

У спортсменов игровых видов спорта в ходе игры задействованы различные механизмы энергообеспечения мышечной деятельности, при которых основными энергетическими субстратами служат как углеводы, так и жиры. В наиболее интенсивные моменты игры энергетические запросы организма удовлетворяются за счет креатинфосфата (КрФ), утилизации мышечного гликогена, в последнюю очередь может использоваться и глюкоза крови. Из-за того, что физическая активность носит переменный характер, частичное восстановление гликогена и КрФ происходит уже в ходе игры в течение периодов отдыха или нагрузки с низкой интенсивностью. Вклад аэробного механизма в энергообеспечение мышечной деятельности тоже высок. Во время игры в периоды кратковременного отдыха сохраняется высокое потребление кислорода, что определяет среднюю интенсивность физической нагрузки спортсмена-игровика за матч на уровне 70% от максимального потребления кислорода (МПК). Основными энергетическими субстратами при этом являются внутримышечные триглицериды.

Также у спортсменов этих видов спорта возможны большие индивидуальные различия в расходе энергии, что связано с множеством факторов, влияющих на интенсивность физической нагрузки в ходе игры: индивидуальные физиологические особенности, мотивация, эмоциональный фон, физические возможности, тактические условия и другие.

Согласно литературным данным, полученным при работе со шведскими футболистами (учитывались уровень физической активности и масса тела каждого игрока), калорийность рациона спортсменов должна быть не менее 4800 ккал в день. Учитывая большие индивидуальные различия в расходе энергии даже среди игроков одной команды, энергоценность рациона может быть также очень вариабельна. Качественное и количественное распределение пищи в суточном рационе у спортсменов игровых видов спорта должно производиться с учетом условий проведения предстоящей игры. В связи с наиболее значимой энергетической ролью мышечного гликогена в обеспечении физической активности в игровых видах спорта спортсменам следует рекомендовать высокоуглеводные рационы не только перед матчем, но и ежедневно, поскольку в ходе тренировок расходуется большая часть углеводных запасов организма.

По данным некоторых исследований, рацион, содержащий не менее 600 грамм углеводов в день ($\geq 7,9$ г/кг массы тела) более благоприятен для выполнения длительной нагрузки переменного характера по сравнению с рационом, содержащим 355 г углеводов в день (4,6 г/кг массы тела). Минимум 60% поступающей с пищей энергии должно обеспечиваться углеводами. Однако важность их потребления не всегда правильно оценивается спортсменами. Обычно рацион характеризуется избытком жиров при рекомендациях до 25% от его общей калорийности.

Несмотря на повышенное внимание к количеству белка в питании спортсменов, особенно в тех видах спорта, где важна мышечная сила (а многие игровые виды спорта, например, регби и хоккей, также попадают в эту категорию), нет необходимости в дополнительном потреблении высокобелковых специализированных пищевых продуктов (СПП) даже во время интенсивных силовых тренировок. Ежедневная норма белка для спортсменов составляет по разным данным 1,2-2 г/кг массы тела.

В связи с тем, что КрФ играет важную роль в энергообеспечении мышечной деятельности, можно предположить эффективность использования креатина (в составе СПП) в рационе спортсменов игровых видов спорта. Например, Nespel рекомендует употреблять креатин футболистам в целях повышения работоспособности. Классическая схема приема креатина (в течение 4-5 дней по 15-20 г ежедневно, затем дозу снижают до 2-5 г), согласно этим же рекомендациям, практикуется в течение 8-10 недель и повторяется через 4 недели.

В тоже время, несмотря на существующие данные о положительном эффекте использования креатина при выполнении серий физических упражнений высокой мощности и краткой длительности, в целом, при условии хорошо сбалансированного ежедневного рациона, положительный эффект креатина для спортсменов, участвующих в игровой деятельности, все же весьма сомнителен. Исключение составляют спортсмены с низким изначальным уровнем мышечного креатина, например, вегетарианцы или спортсмены, которые в течение длительного времени употребляют недостаточное количество животных белков (мяса).

Рекомендации по питанию перед физической нагрузкой

Перед соревнованием (тренировкой) в день матча необходимо ограничить потребление богатых жиром и белком продуктов, особенно мяса. Последний прием пищи не должен быть обильным и должен иметь углеводную направленность. При этом после еды должно пройти 2-2,5 ч до начала соревнований (тренировки). Возможны перекусы с использованием, например, хлеба с джемом за 1,5 ч до матча, однако необходимо принимать во внимание индивидуальные физиологические особенности и пищевые предпочтения спортсменов. В последний час перед матчем следует избегать приемов твердой пищи или жидкостей с высоким содержанием углеводов.

Рекомендации по питанию после физической нагрузки

Физическая нагрузка - мощный стимул, как к расходу, так и к ресинтезу гликогена. При этом скорость восстановления углеводных запасов в течение первых 2 ч после приема углеводов тем быстрее, чем скорее после нагрузки они были приняты. Во многих игровых видах спорта существует возможность повреждения мышечных волокон, что нарушает способность к восстановлению гликогена. Повышенное употребление углеводов и белка может частично способствовать уменьшению этого эффекта.

Таким образом, игрокам можно рекомендовать большее количество углеводов, как в твердой, так и в жидкой форме, непосредственно после окончания матча (тренировки).

При условии тщательно сбалансированного рациона спортсменам не всегда требуется дополнительный прием СПП, содержащих витамины и минералы, хотя возможно обогащение рациона витаминами С и группы В в условиях жаркого климата; витамином Е при высокоинтенсивных тренировках.

Следует еще раз отметить важную роль железа в питании спортсменов, особенно женщин. Рекомендуемая норма потребления железа для спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта, составляет 20 мг, причем лучше его получать с пищей, чем в виде биологически активных добавок, поскольку так оно более эффективно всасывается из кишечника в кровь. При больших физических нагрузках у спортсменов, занимающихся

игровыми видами спорта, усиливается перекисное окисление липидов, которое отрицательно влияет на спортивную работоспособность. По некоторым данным дополнительное применение витаминов-антиоксидантов (например, А и Е) повышает физическую работоспособность, устраняя эти явления.

СППС и БАД используются для придания рациону определенной направленности в соответствии с различными периодами спортивной деятельности для оптимизации физической и психической работоспособности и иммунного статуса. Показано, что употребление в течение 8 недель БАД, содержащей аминокислоты, креатинин, витамины и минеральные вещества, способствовало улучшению результатов в силовых упражнениях, выносливости (количество бросков), показателей красной крови, увеличению анаэробного порога, что свидетельствовало о повышении эффективности тренировочного процесса у спортсменов.

Особенности питания в некоторых игровых видах спорта

Теннис (бадминтон). Продолжительность матчей может составлять нескольких часов, характеризуется переменной физической активностью, что предъявляет повышенные требования к энергообеспечению мышечной деятельности и питьевому режиму спортсмена. Согласно литературным данным, теннис можно классифицировать как средне/высокоинтенсивный вид спорта с преимущественно аэробным энергообеспечением (частота сердечных сокращений 60-90% от максимальной, МПК - 50-80%). Метаболические процессы в ходе физической активности удовлетворяются главным образом за счет мышечного гликогена. Повышение уровня глицерина и свободных жирных кислот в крови, коррелирующее с длительностью матча, свидетельствует об активации липолиза.

В питании спортсменов-теннисистов особое внимание уделяется повышенному содержанию углеводов в рационе и достаточному потреблению жидкости. Однако при более детальном рассмотрении выявляется множество факторов, влияющих на потребности спортсмена и определяющих индивидуальный подход в составлении рационов. Наибольшее значение имеет уровень энергозатрат, зависящий в свою очередь от индивидуальных антропометрических и физиологических особенностей, места проведения и длительности игры, уровня спортивного мастерства участников, числа тренировок (соревнований) и других.

Огромное влияние на терморегуляцию и водный баланс в ходе игры оказывают условия окружающей среды. При обычных условиях после матча температура тела спортсмена повышается на 0,8-1,5°C, еще более значительное ее увеличение наблюдается в жару. Для снижения риска дегидратации (обезвоживания) в ходе матча обязательно употребление жидкости в достаточном количестве. Необходимость повышения уровня

потребления углеводов определяется интенсивностью и длительностью матча. Хотя положительный эффект от применения углеводов в ходе игры вызывал большие сомнения, все же с помощью специально разработанных для тенниса тестов, позволяющих оценить частоту ошибок, скорость мяча и других показателей, было подтверждено их положительное влияние. В настоящее время практика использования углеводных напитков в ходе длительных матчей вполне приемлема для тенниса и бадминтона.

Таблица 1 - Потребности в основных пищевых веществах у спортсменов, специализирующихся в некоторых игровых видах спорта (Олейник С.А., Киев, 2008 г.)

Потребность в основных пищевых компонентах	Виды спорта	
	Футбол, хоккей	Баскетбол, волейбол
Энергетическая ценность рациона (ккал/кг массы тела)	66-72	63-71
Белки (г/кг массы тела)	2,4-2,6	2,3-2,4
Жиры (г/кг массы тела)	2,0-2,2	1,8-2,0
Углеводы (г/кг массы тела)	9,6-10,4	9,5-10,8
Витамины: С (аскорбиновая кислота, мг)	180-220	190-240
В1 (тиамин, мг)	3,0-3,9	3,0-4,2
В2 (рибофлавин, мг)	3,9-4,4	3,8-4,8
В3 (РР, ниацин, мг)	18	18
В6 (пиридоксин, мг)	5-8	6-9
В9 (фолиевая кислота, мкг)	400-500	450-550
В12 (цианокобаламин, мг)	0,004-0,008	0,005-0,008
Р (рутин, мг)	30-35	30-40
А (ретинол, мг РЭ)	3,0-3,6	3,2-3,7
Е (токоферол, мг ТЭ)	25-30	25-35
Минеральные вещества: Кальций (г)		
	1,2-1,8	1,2-1,9
Фосфор (г)	1,5-2,2	1,5-2,4
Железо (мг)	25-30	25-40
Магний (г)	0,4-0,6	0,4-0,6
Калий (г)	4,5-5,5	4,0-6,0

Хоккей, футбол. Ритм игры предполагает многократные повторения физической нагрузки высокой интенсивности в течение коротких промежутков времени, что ведет к быстрому использованию мышечного гликогена, повышению концентрации лактата в крови и развитию метаболического ацидоза из-за специфики коротких периодов отдыха.

Хоккеисты часто употребляют за 3 дня до начала серии игр дополнительно 360 г углеводов. Согласно литературным данным, это действительно приводит к повышению накопления гликогена в 2 раза. В сезон игр, когда 2-3 игры могут проходить в течение недели и в свободные от матчей дни тренировки также не прекращаются, спортсменам рекомендуется регулярное употребление высокоуглеводной пищи или специальных спортивных продуктов углеводной направленности. Ограничением физической работоспособности во время игры является нарушение терморегуляции организма. Вследствие высокоинтенсивной физической нагрузки и наличия специальной защитной одежды хоккеисты могут терять 2-3 кг массы тела за игру, несмотря на употребление жидкости. Улучшить терморегуляцию можно, в частности, путем уменьшения количества защитной одежды в периоды отдыха (спортсмены снимают, по возможности, шлемы, перчатки т.п.), а также употребления большого количества жидкости до, в течение и после игры.

Основные требования к рациону: 60% от суточной калорийности должна приходиться на углеводы; 12-17% от калорийности рациона – на белки, жиры – не более 23-28% от общей калорийности.

Данные, характеризующие потребность в основных пищевых веществах и энергии у спортсменов, специализирующихся в некоторых игровых видах спорта, и представленные в таблице 1, требуют дальнейшего изучения и уточнения.

Таким образом, индивидуальные характеристики спортсмена в тот или иной период нагрузки диктуют необходимость персонализации рационов и оценки функционального состояния и ресурсов организма, что особенно актуально в спорте высоких достижений. Применение специализированных продуктов и БАД является одним из способов персонализации питания спортсменов, связанной с изучением их пищевого статуса, которое можно провести в центрах здорового и спортивного питания.

2. Исследование питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта

Питание является важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма спортсмена к интенсивным физическим и психологическим нагрузкам, повышающим работоспособность, оптимизируя процессы постнагрузочного восстановления, динамическую коррекцию функционального состояния, снижая риск патологических состояний, связанных с занятиями спортом. Построение рациона спортсменов игровых видов спорта с полным восполнением потребности в энергии, макро- и микрокомпонентах, биологически активных веществах и поддержанием водного баланса организма - важное требование при организации тренировочного процесса.

В то же время оценка питания спортсменов игровых видов спорта выявила нарушения его структуры, связанные с превышением калорийности рациона за счет избыточного потребления насыщенного жира и добавленного сахара, высоким уровнем потребления поваренной соли, на фоне недостаточного поступления с рационом полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) омега 3, пищевых волокон, витаминов группы В, кальция и магния и железа у женщин.

2.1. Методы исследования фактического питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта.

Оценку фактического питания и пищевого статуса проводили согласно разработанным в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» Методическим рекомендациям «Способ диагностики обеспеченности организма человека пищевыми веществами», Москва, 2016 г.

Диагностика нарушений пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта и оценка их питания включала следующие мероприятия (таблица 1).

Таблица 1 – Оценка обеспеченности организма пищевыми веществами

№ пп	Методы	Оцениваемый показатель
1. Клинические методы исследования		
1.1	Опрос пациента	Жалобы, связанные с нарушением пищевого статуса
		Анамнез – время и причина появления симптомов
		Наследственная предрасположенность
1.2	Объективное исследование	Осмотр кожных покровов и слизистых
		Визуальная оценка степени выраженности подкожно-жировой клетчатки
2. Клинико-инструментальные методы исследования		
2.1.	Антропометрические методы исследования	Определение роста, массы тела, ОТ, ОБ, ОТ/ОБ, расчет ИМТ
3. Лабораторные методы исследования		
3.1.	Общий анализ крови	Гематологические показатели, косвенно свидетельствующие об обеспеченности организма железом

№ пп	Методы	Оцениваемый показатель
4. Специальные методы исследования		
4.1.	Оценка состояния фактического питания	Оценка состояния фактического питания по: - уровню потребления продуктов - уровню потребления пищевых веществ
4.2	Исследование состава тела методом биоимпедансметрии	Определение состава тела: общего количества воды, вне- и внутриклеточного содержания воды, абсолютной и относительной массы мышечной и жировой ткани
4.3.	Исследования биомаркеров пищевого статуса	Исследование биохимических маркеров пищевого статуса и обеспеченности организма пищевыми веществами и состоянии питания
4.4.	Генотестирование с помощью ПЦР	Наследственная предрасположенность к нарушению пищевого статуса и пищевого поведения

На базе Клиники спортивной медицины (филиал № 1) ГАУЗ "Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины" Департамента здравоохранения г. Москвы были проведены обследования 43 спортсменов, занимающихся игровыми видами спорта (баскетбол, волейбол, водное поло, футбол, керлинг, хоккей на траве), из них 22 мужчины (средний возраст $23,2 \pm 0,9$ г) и 21 женщина (средний возраст $25,9 \pm 1,5$ г) во время тренировочного периода.

Изучено фактическое питание:

- мужской олимпийской сборной России по водному полу во время тренировочных сборов на базе учебно-тренировочного центра «Новогорск» весной 2018 года и осенью 2018 года на спортивной базе «Озеро Круглое»;

- фактическое питание и пищевой статус футбольной команды второго дивизиона на тренировочной базе в г. Москва осенью 2018 года.

Фактическое питание исследовали методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания. Антропометрические исследования проводили путем измерения роста (см), массы тела (кг) с последующим расчетом индекса массы тела (ИМТ, кг/м²). Состав тела определяли методом биоимпедансметрии с помощью анализатора «Диамант» (г. Санкт-Петербург, Россия).

Биохимические маркеры, пищевого статуса определяли с использованием анализатора «ABXPENTRA 400» («HORIBA ABX SAS», Франция) в автоматическом режиме. Обеспеченность спортсменов витаминами оценивали по их уровню в сыворотке крови, взятой натощак из локтевой вены. Концентрацию ретинола (витамин А), α - и γ -токоферолов (витамин Е), β -каротина определяли с помощью ВЭЖХ, рибофлавина (витамина В₂) – флуориметрически с использованием рибофлавинсвязывающего апобелка, аскорбиновой кислоты (витамина С) – визуальным титрованием реактивом Тильманса.

Критерием дефицита и оптимальной обеспеченности витамином С являлся уровень в сыворотке крови аскорбиновой кислоты (АК) соответственно $<0,4$ мг/дл и $\geq 0,9$ мг/дл (или 50 мкмоль/л) при соотношении молярных концентраций витаминов С/Е $\geq 1,3$; витамина В₂ - рибофлавин $<5,0$ нг/мл и ≥ 10 нг/мл; витамина А - ретинол <30 мкг/дл и ≥ 60 мкг/дл (или 2,2 мкМ); витамина Е - сумма α - и γ -токоферолов $<0,8$ мг/дл и $\geq 1,3$ мг/дл (или 30 мкмоль /л); β -каротин – концентрация <10 мкг/дл и ≥ 20 мкг/дл (или 0,4 мкмоль/л).

Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК и детекцией результатов в режиме реального времени с использованием наборов реактивов компании «Синтол», Россия. Исследования проводили на приборе "CFX96 Real Time System" ("BIO-RAD", США).

Статистическую обработку проводили с применением программы IBM SPSS Statistics v.23.0, США. Достоверность различий определяли с помощью параметрического критерия t-Стьюдента и непараметрического критерия Манна-Уитни.

2.2. Исследование фактического питания и пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта при амбулаторном медицинском обследовании.

Результаты исследования фактического питания (таблица 2) свидетельствуют, что средняя калорийность рациона мужчин и женщин составляла $2609,4 \pm 171,9$ ккал и $1943,7 \pm 181,3$ ккал, что было значительно ниже рекомендуемых количеств для лиц, соответствующего возраста и группы физической активности.

Потребление белка, жира и углеводов по калорийности у мужчин соответствовало $18,4 \pm 0,9\%$; $37,3 \pm 1,4\%$ и $44,2 \pm 1,9\%$, у женщин – $16,1 \pm 1,1\%$; $41,6 \pm 2,8\%$ и $42,2 \pm 3,3\%$, тогда как для повышения количества гликогена в мышцах для большинства гликолитических и аэробных видов спорта рекомендуется соотношение 15-17%, 27-28% и 55-58% белка, жира и углеводов по калорийности, соответственно.

Таким образом, выявлена несбалансированность рационов, как мужчин, так и женщин в обеспечении калорийности за счет жира и углеводов.

Таблица 2 – Химический состав и энергетическая ценность рациона спортсменов игровых видов спорта (M \pm m)

Показатели (в сутки)	Мужчины		Женщины	
	М	m	М	m
Энергетическая ценность, ккал	2609	172	1944*	181
Белки, г	119	9	75*	7
% белка по энергии	18	1	16	1
Жиры, г	107,9	9,1	89,0	9,2
% жира по энергии	37	1	42	3

Насыщенные ЖК, г	42,5	4,2	33,1	3,9
% НЖК по энергии	15	,9	15,4	1,1
Холестерин, мг	695,1	90,3	382,2*	74,5
Углеводы, всего, г	290,2	20,5	209,7*	28,4
% углеводов по энергии	44	2	42	3
Полисахариды, г	145,4	15,0	97,9*	12,7
Моно-, дисахара, г	144,3	12,2	111,5	22,8
Добавленный сахар, г	73,8	9,6	61,1	20,3
% добавленного сахара по энергии	11	1	11	2
Пищевые волокна, сумма, г	26,4	2,4	16,7	1,7
Соль добавленная, г	15,7	1,9	10,2*	1,7
Витамины:				
Витамин А, мкг.рет.экв.	1674	888	464	52
Витамин С, мг	93,2	18,0	76,5	25,4
Витамин В ₁ , мг	1,2	0,1	0,8*	0,1
Витамин В ₂ , мг	1,9	0,3	1,1*	0,1
Ниацин, мг	23,9	2,4	14,8*	2,0
Минеральные вещества:				
Натрий, мг	5465	723	3266*	382
Калий, мг	3765	341	2676*	198
Магний мг	439	35	333	42
Железо, мг	20,3	1,9	19,5	6,7
Кальций, мг	972	87	799	128
Фосфор, мг	1790	141	1201*	104

Примечание: в этой и последующих таблицах достоверность различий между мужчинами и женщинами * - при $p < 0,05$).

Важно отметить, что почти в 1,5 раза выше рекомендуемой величины было потребление НЖК (в % по калорийности рациона) и в 2 раза холестерина у мужчин.

В то же время хорошо известно отрицательное влияние высокожировой диеты на липидный обмен и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Имеются данные, что кратковременное (3-5 дней) применение рационов с высоким содержанием жира ведет к ухудшению выносливости, а более продолжительное (12 недель) - обеспечивает состояние пищевого кетоза и способствует достоверному повышению уровня холестерина липопротеидов низкой плотности (ЛПНП) в сыворотке крови на 35%.

Потребление добавленного сахара составило 10-11% по калорийности в обеих группах. У женщин отмечено более низкое поступление с рационом пищевых волокон, чем у мужчин. Следует отметить высокий уровень потребления добавленной соли как у мужчин, так и у женщин.

Анализ потребления микронутриентов показал недостаточный уровень в рационе кальция и железа, витаминов С, В₁, В₂, А, РР по сравнению с рекомендуемыми величинами

для спортсменов игровых видов спорта. Соотношение в рационе Са:Р у мужчин 1:1,8, что неблагоприятно с точки зрения риска развития остеопороза.

В таблице 3 приведен профиль потребления пищевых продуктов спортсменами игровых видов спорта.

Таблица 3 – Профиль потребления пищевых продуктов спортсменами игровых видов спорта (M±m)

Продукты (г/день)	Мужчины		Женщины	
	М	m	М	m
Хлебопродукты, г	201,9	24,7	113,8*	17,0
Мясопродукты всего, в пересчете на мясо г (с учетом мяса и колбасных изделий)	322,1	36,5	210,9*	43,6
Рыбопродукты всего, г	21,1	17,7	10,1	5,0
Молочные продукты, г (без масла сливочного)	541,3	84,1	441,5	89,9
Молочные и кисломолочные продукты жидкие, г (кефир, ряженка, йогурт), в т.ч.	241,2	60,9	152,2	37,8
Яйца, г	97,3	39,7	26,5	10,3
Картофель, г	89,1	19,2	80,2	18,4
Овощи и грибы, г	151,3	20,7	167,2	38,3
Фрукты, г (с учетом сухофруктов)	337,7	70,2	133,4*	30,9
Сок, мл	54,5	32,0	59,6	48,6
Добавленный сахар (в т.ч. в кондитерские изделия, напитки б/а и соки)	76,5	8,9	64,1*	16,4
Масло растительное (в т.ч. в составе майонеза), г	22,9	3,9	12,7	2,8
Жиры животные (в т.ч. сливочное масло), г	10,1	1,9	5,8	1,5

При анализе продуктового состава рациона спортсменов игровых видов спорта в сравнении с рекомендуемыми нормами потребления, отвечающих принципам здорового питания, отмечался недостаток картофеля, овощей, молока и молочных продуктов; фруктов, хлебопродуктов и рыбопродуктов у женщин (табл. 4). При выборе молочных продуктов отдавалось предпочтение продуктам высокой степени жирности, как мужчинами, так и женщинами: молоко >3% и творог >9%.

Достоверные различия в потреблении у мужчин и женщин ($p < 0.05$) выявлены только для хлебопродуктов и фруктов.

Была проанализирована встречаемость различных продуктов в суточном рационе спортсменов. Установлено, что 27% обследованных мужчин и 43% женщин не ели каши и блюда из зерновых в день опроса, 18% мужчин и 28% женщин – фруктов. В целом почти 90% мужчин и 80% женщин в рационе имели молочные продукты, но если оценивать ассортимент, присутствующих молочных продуктов в рационе, то чаще всего встречалось молоко питьевое (у 72% мужчин и у 76% женщин). Сыр потребляли только 50% мужчин и 43% женщин, творог

– 32% и 33%, соответственно, кисломолочные продукты – 23 и 28 %, соответственно. Мясо присутствовала в рационе 95% мужчин и 85% женщин.

В таблице 4 приведены средние величины параметров, характеризующих состав тела у спортсменов-мужчин. Данные по спортсменам-женщинам по ряду показателей отсутствовали.

Таблица 4 – Состав тела спортсменов игровых видов спорта ($M \pm m$)

Продукты	Мужчины ¹		Женщины ²	
	М	m	М	m
Рост, см	191,0	2,6	169,7	1,5
Масса тела, кг	85,6	3,1	64,9	2,1
Масса тела, % фактической к должной	93	2	-	-
ИМТ, кг/м ²	23,4	0,62	22,4	0,4
Жировая масса, кг	9,5	1,8	-	-
Жировая масса, % фактической к должной	53	10	-	-
Безжировая масса, кг	79,8	2,4	-	-
Безжировая масса, % фактической к должной	101	2	-	-
Масса скелетной мускулатуры, кг	13,4	0,4	-	-
Масса скелетной мускулатуры, % фактической к должной	102	6	-	-
Активная клеточная масса, кг	50,2	1,2	-	-
Активная клеточная масса, % фактической к должной,	102	6	-	-
Общий объем жидкости, л	58,5	1,8	-	-
Общий объем жидкости, % фактической к должной	101	2	-	-

¹ показатели роста и массы тела обследованы у 21 спортсмена мужского пола, остальные показатели состава тела исследованы у 10 спортсменов;

² показатели роста и массы тела обследованы у 21 спортсмена женского пола, по остальным показателям состава тела данных нет;

При анализе персональных показателей у мужчин значения массы тела величины составляли 92,6% от должной, жировой массы 52,9%, безжировой массы 100,7%, массы скелетной мускулатуры 101,6%. При этом общий объем жидкости у мужчин соответствовал нормальным показателям (100,8%).

Как видно из таблицы 5, средние значения биохимических показателей были в пределах нормы. Известно, что физическая активность (как аэробная, так и анаэробная) оказывает благоприятное влияние на такие биомаркеры, как уровень в сыворотке крови глюкозы, гемоглобина А1с, холестерина ЛПНП, общего холестерина, триглицеридов, С-реактивного белка, холестерина ЛПВП и железа ($p < 0,05$).

Таблица 5 – Биомаркеры пищевого статуса спортсменов игровых видов спорта¹ ($M \pm m$).

Показатели	М	m
Тестостерон, нмоль/л (nmol / L), в т.ч.	22.3	2.4

Показатели	М	м
Тестостерон, нмоль/л (nmol / L), мужчины	24.2	1.5
Тестостерон, нмоль/л (nmol / L), женщины	1.0	0.0
Кортизол, нмоль/л (nmol / L), в т.ч.	705.2	45.1
Кортизол, нмоль/л (nmol / L), мужчины	706.1	49.3
Кортизол, нмоль/л (nmol / L,) женщины	695.0	0,0
Холестерин общий, ммоль/л (mmol/L)	4.2	0.1
Холестерин ЛПНП, ммоль/л (mmol/L)	2.0	0.08
Холестерин ЛПВП, ммоль/л (mmol/L)	1.5	0.06
Триглицериды, ммоль/л (mmol/L)	0.7	0.1
Белок общий, г/мл (g/ml)	73.6	1.1
Креатинин, ммоль/л (mmol/L)	105.9	3.2
Мочевина, ммоль/л (mmol/L)	5.9	0.5
Билирубин общий, ммоль/л (mmol/L)	15.1	2.1
Билирубин прямой, ммоль/л (mmol/L)	2.8	0.4
КФК, U/L	347.3	57
КФК-МВ, U/L	10.0	1.3
Железо, мкмоль/л ($\mu\text{mol} / \text{L}$)	19.8	2.7
Глюкоза, ммоль/л (mmol/L)	5.1	0.1

¹ Показатели общего холестерина, ЛПВП, ЛПНП, триглицеридов получено у 27 спортсменов; показатели тестостерона и кортизола – у 11 мужчин; остальные показатели биомаркеров установлены у 10 спортсменов.

Обращает внимание повышение уровня активности КФК в сыворотке крови у 80% спортсменов за счет перенапряжения скелетной мускулатуры. Известно, что креатинфосфат, синтезируемый в организме и депонируемый в небольшом количестве в мышцах, также является формой запаса энергии. **КФК** – внутриклеточный фермент, который содержится, в том числе, в скелетной мускулатуре, осуществляет перенос фосфорной группы с креатинфосфата на АДФ и обеспечивает потребность в большом количестве энергии за короткие интервалы времени. Повышение активности КФК у спортсменов связано с более высоким развитием мышечной массы и преобладанием креатинфосфокиназного пути ресинтеза АТФ в энергообеспечении тренировочных и соревновательных нагрузок. Величина КФК является показателем интенсивности тренировочного процесса подготовки спортсмена.

В тоже время у 50% спортсменов в сыворотке крови был выявлен повышенный уровень кортизола, что позволяет судить о высокой тренированности спортсменов. Среднее

значение индекса анаболизма (отношение тестостерона к кортизолу) составляло 3,4%, что свидетельствовало о недостаточной эффективности процессов восстановления спортсменов и риске переутомления.

Таким образом, оценка фактического питания спортсменов игровых видов спорта, обследованных на базе Клиники спортивной медицины (филиал № 1) ГАУЗ "Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины" Департамента здравоохранения г. Москвы, выявила его несбалансированность: избыточное потребление животного жира, холестерина, натрия и добавленного сахара (в том числе кондитерских изделий).

В питании спортсменов отмечался недостаток витаминов группы В, магния, кальция, что было связано с низким потреблением молочных продуктов, овощей и фруктов.

Отмеченные нарушения питания и пищевого статуса являются фактором риска развития алиментарно-зависимых заболеваний (сердечно-сосудистой патологии, железодефицитной анемии, остеопороза и др.).

Результаты исследования **витаминовой обеспеченности** у спортсменов игровых видов спорта представлены в таблице 7.

Наиболее выраженный недостаток у спортсменов был выявлен для витамина В₂: средняя концентрация и медиана рибофлавина не достигали нижней границы нормы. Для спортсменов игровых видов спорта дефицит витамина В₂ выявлен у 88,9 % обследованных, β-каротина - у 18,5%, витамина Е - у 14,8%, витамина А - у 7,4%. Все спортсмены были хорошо обеспечены витамином С.

В целом, полностью обеспечены витаминами были только 7,4% спортсменов, у 63,0% - выявлен дефицит одного витамина; сочетанный дефицит двух витаминов обнаруживался у 22,2% обследованных, трех – у 7,4%.

Кроме того отметим, что оптимальное соотношение витаминов-антиоксидантов в сыворотке крови (С/Е≥1,3 моль/моль), что по данным эпидемиологических исследований является фактором профилактики развития ССЗ, отмечалось только у 55,6% спортсменов.

Таблица 7. Концентрация витаминов в сыворотке крови спортсменов игровых видов спорта, М±m, Me (25-й – 75-й перцентиль)

Показатели	М±m	Me	25-й перцентиль	75-й перцентиль
Аскорбиновая кислота, мг/дл	0,78±0,05	0,70	0,50	1,00
Рибофлавин, нг/мл	3,3±0,8	1,8	1,4	6,4
Ретинол, мкг/дл	39,2±1,7	37,1	32,3	46,8

β-Каротин, мкг/дл	22,9±3,0	20,5	15,7	24,7
Токоферолы, мг/дл	1,10±0,06	1,13	0,89	1,32

2.3. Оценка фактического питания спортсменов олимпийской сборной России по водному полу.

Изучение фактического питания мужской сборной России по водному поло было проведено во время тренировочных сборов весной 2018 года на базе учебно-тренировочного центра «Новогорск» и осенью 2018 года на спортивной базе «Озеро круглое».

Всего было обследован 21 спортсмен, из них 12 – во время двух сборов. Около половины спортсменов в каждом этапе было опрошено по фактическому питанию за два дня. Средний возраст команды – 24,6±0,8 лет.

Результаты исследования фактического питания спортсменов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав, энергетическая ценность рациона и энерготраты спортсменов мужской сборной России по водному поло в среднем за два этапа исследования

Показатели	M	m	Min	Max
Энерготраты, ккал/сутки	4350	129	3520	5357
Энергетическая ценность, ккал	5189	288	2718	7499
Белки, г	190,2	11,3	119,8	314,3
Белок, г/кг массы тела	2,1	0,1	1,3	3,2
% белка по энергии	15	0,5	12	20
Жиры, г	262,6	16,4	123,0	402,9
% жира по энергии	45	1	38	50
Насыщенные ЖК, г	86,8	5,5	42,1	135,4
% НЖК по энергии	15	0,3	12	18
Холестерин, мг	761	72	329	1422
Углеводы, всего, г	502	29	272	756
% углеводов по энергии	39	0,8	34	47
Полисахариды, г	219,8	15,3	88,3	371,4
Моно-, дисахара, г	280,5	17,7	132,4	459,7
Добавленный сахар, г	183,7	15,6	73,5	337,4
% добавленного сахара по энергии	14	1	6	22
Пищевые волокна, сумма, г	36,7	2,4	16,6	54,8
Соль добавленная, г	27,0	1,9	17,0	55,0
Витамин А, мкг.рет.экв.	2142	338	586	7782
Витамин С, мг	191,1	18,0	65,1	413,4
Витамин В ₁ , мг	3,1	0,3	1,3	5,3
Витамин В ₂ , мг	2,9	0,2	1,6	4,4
Ниацин, мг	43,1	3,3	26,7	94,7
Натрий, мг	12069	798	7064	23481
Калий, мг	6150	403	2549	10219
Магний мг	741	51	324	1179

Железо, мг	29,8	1,9	14,8	48,8
Кальций, мг	1696	109	831	2949
Фосфор, мг	2822	161	1627	4141

Энергетическая ценность рационов спортсменов ватерполистов составляла в среднем $5189,2 \text{ ккал} \pm 287,8$, тогда средние энерготраты составляли $4349,9 \pm 129,1$ ккал. В то же время отмечен значительный диапазон в значениях индивидуальной энергетической ценности рациона спортсменов. Потребление белка установлено средним на уровне 2,1 г/кг массы тела и составляло в среднем 14,8% по калорийности рациона. Отмечены высокие уровни потребления жира и насыщенных жирных кислот по калорийности рациона – 45,2 и 15,0%, соответственно, тогда как доля энергии за счет углеводов была недостаточной – 38,8 %. Отметим, что 14,2% энергии поступало за счет добавленного сахара.

Обращает на себя внимание избыточное потребление соли – в среднем почти 30 грамм, кроме того, натрия потреблялось почти в 2 раза больше чем калия, что является неблагоприятным фактором в возможной задержке жидкости в организме. Содержание в рационе витамина тиамина было на нижней границе нормы, а рибофлавина – ниже нормы.

2.4. Оценка фактического питания спортсменов футбольной команды второго дивизиона.

Установлено, что энергетическая ценность рационов спортсменов была ниже фактических энерготрат.

Потребление белка соответствовало рекомендуемым величинам. Отмечены высокие уровни потребления жира и НЖК по калорийности рациона, тогда как доля энергии за счет углеводов была недостаточной. Содержание в рационе всех изученных витаминов (B_1 , B_2 , А, С, РР), а также кальция и железа было ниже рекомендованных величин.

Анализ частоты потребления пищевых продуктов спортсменами футболистами показал низкую частоту потребления хлебопродуктов и блюд из зерновых в рационах спортсменов и высокую - потребления сахара и кондитерских изделий.

3. Изучение ассоциаций полиморфизма генов у спортсменов, представляющих игровые виды спорта

3.1. Изучение ассоциации полиморфизма генов со спортивной успешностью у спортсменов, представляющих игровые виды спорта

Интенсивное развитие молекулярной генетики спорта показало, что индивидуальные различия в степени выраженности тех или иных качеств спортсмена, его спортивная успешность, которая в свою очередь определяется выносливостью, быстротой и силой атлета во многом обусловлено ДНК-полиморфизмами.

К настоящему времени известно более 200 генетических полиморфизмов, которые ассоциированы с развитием и проявлением физических качеств человека, а также морфофункциональными признаками и биохимическими показателями, изменяющимися под воздействием физических нагрузок различной направленности.

Результаты этих исследований свидетельствуют об адаптивном влиянии генетических полиморфизмов на предрасположенность к занятиям различными видами спорта. Они также свидетельствуют о том, что вероятность достижения высоких результатов в видах спорта в различной степени направленных на развитие выносливости либо быстроты/силы повышается при носительстве аллелей, ассоциированных с этими качествами. Эти данные позволяют выявить предрасположенность организма человека к разным видам спортивной деятельности, оценить риск развития целого ряда заболеваний у спортсменов.

Наиболее изученными в настоящее время генетическими полиморфизмами, ассоциированными со спортивной успешностью, являются rs1815739 (ген ACTN3), rs2016520 (ген PPARG), rs1042713 (ген ADRB2), rs1799945 (ген HFE), rs1801282 (ген PPARG).

Полиморфизм rs1815739 гена α -актина 3 (международный символ ACTN3).

Вариант rs1815739 гена ACTN3 местоположение 11q13.3, кодирует синтез структурного белка скелетных мышц α -актина-3, который является основным компонентом Z-линий мышечных саркомеров. Этот белок экспрессируется в быстро сокращающихся волокнах скелетных мышц. Полиморфизм rs1815739 характеризуется заменой цитозина на тимин, что в свою очередь приводит к преждевременной остановке трансляции РНК в позиции 577 и происходит замена синтеза белка α -актина-3 на α -актин-2. В 2003 году Fang M. и коллеги выявили ассоциацию этого полиморфизма (аллель С) с проявлением быстроты и силы у спортсменов. В ряде работ показана связь этого полиморфизма (аллель Т) с проявлением выносливости.

Полиморфизм rs1801282 гена PPARG

Полиморфизм rs1801282 гена рецептора, активирующего пролиферацию пероксисом гамма (международный символ **PPARG**, местоположение 3p25) представляет собой замену цитозина на гуанин в положении 34 экзона 2, при этом происходит замещение аминокислоты пролина на аланин в положении 12. Показана корреляция полиморфизма с площадью поперечного сечения мышечных волокон. Аллель G ассоциирован с большей площадью поперечного сечения как медленных, так и быстрых мышечных волокон. Показано, что носительство G аллеля, повышающее чувствительность к инсулину, а значит, усиливающее его анаболическое действие на скелетные мышцы, предрасполагает к развитию и проявлению скоростно-силовых качеств. G аллель также способствует развитию и проявлению выносливости, поскольку у высококвалифицированных стайеров отмечена высокая частота встречаемости G аллеля по сравнению с менее квалифицированными спортсменами. Это может быть связано с влиянием повышенной чувствительности к инсулину на гипертрофию как медленных, так и быстрых мышечных волокон.

Полиморфизм rs2016520 гена PPAR δ

Ген рецептора δ активатора пролиферации пероксисом PPAR δ (местоположение 6p21.2-p21.1) одинаково активно экспрессируется, как в жировой, так и в мышечной ткани (медленные мышечные волокна). Полиморфизм rs2016520 гена PPAR δ представляет собой однонуклеотидную замену в нетранслируемой части 4 экзона. Как показано в ряде работ, минорный аллель G ассоциирован с более высокой транскрипционной активностью и влияет на связь с фактором транскрипции Sp-1. В ряде работ выявлена ассоциация этого полиморфизма с проявлением выносливости у спортсменов.

При обследовании спортсменов, которые занимаются циклическими видами спорта, связанными с проявлением выносливости (n=898) из Российской Федерации (Санкт-Петербург) было обнаружено, что частота g-аллеля полиморфизма rs2016520 гена PPAR δ достоверно выше, чем в контрольной группе (18.3% против 12.1%; p < 0.0001). Кроме того, наблюдалось повышение частоты g-аллеля по мере роста квалификации спортсмена. На основании этих результатов сделан вывод: g-аллель PPAR δ ассоциируется с предрасположенностью к развитию и проявлению выносливости.

Полиморфизм rs1799945 гена HFE

Ген гемохроматоза (международный символ – HFE, местоположение 6p22.2), кодирует синтез белка, регулирующего обмен железа. Благодаря родству к рецептору трансферрина способен блокировать транспорт железа в цитоплазму клеток. Влияет на уровень ферритина и железа в крови. Генетический полиморфизм rs1799945 ассоциирован с уровнем железа в цитоплазме клеток, как правило, не проявляется при гетерозиготном

носителем. Аллель G этого полиморфизма рассматривается в качестве молекулярно-генетического маркера выносливости.

Полиморфизм rs1042713 гена ADRB2 Ген β -2 адренорецептора (международный код - ADRB2, местоположение 5q31-q32) кодирует бета 2 адренорецептор, который имеет высокую степень родства к адреналину, активация рецептора вызывает увеличение интенсивности гликогенолиза в мышцах. Наиболее изученным полиморфизмом является rs1042713 (A/G), который характеризуется заменой аденина на гуанин, что в свою очередь приводит к замене аминокислоты аргинина на глицин в белке. В ряде работ показано, что полиморфизм rs1042713 ассоциируется с проявлением выносливости у спортсменов. Частота встречаемости аллеля G в русской популяции 37-38%.

В ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» проведено генотестирование спортсменов, представляющих циклические виды спорта: легкая атлетика, плавание, академическая гребля, биатлон, лыжное двоеборье.

Для проведения генотестирования использовали цельную кровь или Buccalальный эпителий. Дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) выделяли стандартным методом, с использованием многокомпонентного лизирующего раствора, разрушающего комплекс ДНК с белком, затем ее сорбировали на покрытые силикагелем магнитные частицы, осуществляли отмывку спиртом и на конечном этапе проводили элюцию в буферный раствор. ДНК выделяли с использованием набора реагентов "РеалБест ДНК-экстракция 3" (ЗАО "Вектор-Бест", РФ) на автоматической станции epMotion 5075 ("Eppendorf", Германия). Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с детекцией результатов в режиме реального времени и использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК, с использованием реагентов ("Синтол", Россия). Для проведения амплификации использовали амплификатор "CFX96 Real Time System" ("Bio-Rad", США).

3.2. Изучение ассоциации полиморфизма генов с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний у спортсменов, представляющих игровые виды спорта

Полиморфизм rs9939609 гена FTO

Ассоциация однонуклеотидного полиморфизма rs9939609 гена связи с жировой массой и ожирением (международный символ FTO, местоположение) с ожирением показана в целом ряде работ, выполненных в европейских, азиатских и африканских популяциях. Несмотря на многочисленные исследования гена FTO, молекулярные механизмы, осуществляющие связь его полиморфизмов с ожирением, изучены недостаточно. В целом ряде работ установлено, что тРНК гена FTO детектируется во многих тканях организма, но в наибольшем количестве - в дугообразном ядре гипоталамуса.

Результаты исследований у детей и подростков европейского происхождения с носительством аллеля А полиморфизма rs9939609 показали потерю контроля за потреблением пищи и предпочтение более высококалорийной пищи по сравнению с носителями генотипа ТТ, что в последствии было подтверждено при обследовании американских детей из разных этнических групп.

Полиморфизм rs4994 гена ADRB3

Ген β -3 адренорецептора (официальный символ - *ADRB3*, местоположение 8p12-p11.2) экспрессируется главным образом в адипоцитах, а также в сосудах, в гладких мышцах пищеварительного тракта, желчном пузыре, в предстательной железе и скелетных мышцах. Однонуклеотидный полиморфизм в 64 кодоне этого гена, приводящий к замене триптофана на аргинин в белке β -3-адренорецептора ассоциирован (rs4994), как показано в целом ряде работ, выполненных в разных этнических популяциях (американцы европейского происхождения, европейцы, японцы, китайцы), с избыточной массой тела и ожирением.

Полиморфизм rs2228570 гена VDR

Полиморфизм rs2228570 расположен в экзоне 2 стартового кодона гена рецептора витамина D (международный символ VDR, местоположение 12q12-q14). Связь этого полиморфизма с обеспеченностью витамином D выявлена в европейских популяциях. В ряде работ показана связь полиморфизма со снижением минеральной плотности костной ткани.

Профилактические рекомендации для спортсменов, основанные на результатах анализа генетических полиморфизмов, ассоциированных с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний и нарушений пищевого поведения, приведены в Приложении Г.

4. Разработка рационов питания для спортсменов игровых видов спорта

Современный спорт ориентирован на максимальные результаты, часто достигаемые на пределе возможностей организма. Это обуславливает поиск новых методологических подходов диетологического сопровождения тренировочного и соревновательного процессов. Основной задачей питания является оптимальное и своевременное восполнение энергетических затрат, пластических и биологически активных веществ, расходуемых в процессе интенсивной мышечной деятельности, поэтому питание спортсменов должно быть не только сбалансированным по количеству пищевых веществ в рационе, но и иметь четко дифференцированную количественную характеристику в зависимости от вида спорта и этапа подготовки атлетов.

Индивидуализированный подход, являясь комплексным, по сути, базируется на оценке особенностей физического развития, поскольку именно они в значительной степени определяют своеобразие как адаптационного, так и реабилитационного потенциала после интенсивных нагрузок. Для спортсменов игровых видов спорта основу рациона должны составлять сложные углеводы. Квота жиров варьирует в зависимости от направленности этого вида спорта. Белковая составляющая рациона должна быть максимально разнообразной для обеспечения поступления оптимального соотношения аминокислот. Расчет специализированных групповых рационов ориентированных на различные виды спорта будет способствовать повышению адаптационных возможностей организма к повышенным физическим нагрузкам, позволит спортсмену сделать акцент на тех направлениях физической активности, которые для него наиболее актуальны, например, физической выносливости, быстроте и силе. Кроме того сбалансированный специально-разработанный рацион будет способствовать полноценному восстановительному периоду.

На основании оценки витаминного статуса спортсменов биохимическими и расчетными методами сделан вывод о необходимости увеличения содержания в их рационе витаминов группы В путем приема этих витаминов. Для быстрой ликвидации существующего дефицита и достижения оптимальной обеспеченности организма витаминами группы В пригодны БАД с высоким содержанием этих витаминов, а именно в количестве 200-300% от рекомендуемого суточного потребления при условии их приема в течение 1-2 месяцев. В дальнейшем в качестве постоянной нутритивной поддержки могут быть использованы дозы, составляющие не менее 100% от рекомендуемого суточного потребления. С учетом вновь открытых функций витамина D и широкой распространенности его дефицита, в том числе среди спортсменов, целесообразен также дополнительный прием витамина D в дозировке 10-15 мкг в сутки.

Основные требования к рациону: 55-60% от суточной калорийности должна приходиться на углеводы; 12-17% на белки, не более 23-30% на жиры. Для водного поло в рационе необходимо большее содержание жира по калорийности рациона до 30% в связи с особенностью термогенеза человека, находящегося длительное время в воде. Среднесуточный рацион рассчитан с учетом средних энергозатрат: для мужчин ватерполистов на 4300 ккал, для мужчин футболистов на 4100 ккал.

4.1. Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся футболом

Таблица 12 – Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся футболом.

Продукты	Масса брутто, г/день	Масса нетто, г/день
Хлеб, крупа и другие зернопродукты		
Хлеб пшеничный	150	150
Хлеб ржано-пшеничный	150	150
Мука пшеничная	40	40
Крупы	120	120
Макаронны	60	60
Овощи		
Картофель	278	200
Капуста (белокочанная, брокколи, пекинская)	187	150
Лук репчатый	59	50
Морковь	66	50
Свекла	62	50
Огурцы свежие	107	100
Томаты свежие	105	100
Перец красный свежий	133	100
Баклажаны свежие	62	50
Кабачки	66	50
Кукуруза, горошек консервированные	50	50
Зелень, салат, лук зеленый	62	50
Чеснок свежий	6	5
Томатная паста, кетчуп	20	20
Фрукты, соки, орехи		
Соки натуральные	500	500
Яблоки, груши, персики свежие	640	450
Черника, голубика свежие	51	50
Лимон свежий	33	20
Орехи (кешью, миндаль, фундук)	45	45
Сухофрукты (курага, чернослив, изюм)	60	60
Молоко и молочные продукты		
Молоко, кисломолочные продукты 1,5% жирности	300	300
Сметана 20% жирности	20	20
Творог полужирный 9%	30	30
Сыр	30	30

Продукты	Масса брутто, г/день	Масса нетто, г/день
Мясо и мясопродукты, птица, яйца и рыба		
Говядина (вырезка)	120	90
Курица без кожи	128	90
Колбаса в/к	30	30
Креветки	30	30
Икра лососевая соленая	5	5
Рыба (треска)	163	80
Яйцо	54	47
Масла и жировые продукты		
Масло сливочное	25	25
Масло растительное	25	25
Кондитерские изделия и другие продукты		
Печенье	25	25
Сахар	50	50
Мед	30	30
Шоколад	20	20
Чай, кофе	6	6
Соль	5	5

Таблица 13 – Пищевая ценность среднесуточного продуктового набора для питания спортсменов-мужчин, занимающихся футболом.

Показатель	Единица измерения	Количество в сутки
Энергетическая ценность	ккал	4108
Белок	г	172
Жир	г	152
НЖК	г	48,6
Холестерин	мг	527
Углеводы	г	627
Крахмал	г	338
Моно- и дисахара	г	288
Сахар добавленный	г	97
Пищевые волокна	г	71,7
Витамин А	мкг	454,5
Каротиноиды	мкг	13523
РЭ	мкг	2711
В1	мг	2,5
В2	мг	2,8
РР	мг	34,1
С	мг	550,5
Соль добавленная	г	5,6
Натрий, Na	мг	3667
Калий, К	мг	8715
Кальций, Ca	мг	1623
Фосфор, P	мг	2782
Железо, Fe	мг	41,7
Магний, Mg	мг	852

По энергетической ценности.		
Белок	%	15
Жир	%	30
Углеводы	%	55
НЖК	%	10
Сахар добавленный	%	8

4.2. Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся водным поло

Таблица 14 – Среднесуточный продуктовый набор для питания спортсменов-мужчин, занимающихся водным поло.

Продукты	Масса брутто, г/день	Масса нетто, г/день
Хлеб, крупа и другие зернопродукты		
Хлеб пшеничный	150	150
Хлеб ржано-пшеничный	150	150
Мука пшеничная	40	40
Крупы	150	150
Макаронны	60	60
Овощи		
Картофель	278	200
Капуста (белокочанная, брокколи, пекинская)	250	200
Лук репчатый	59	50
Морковь	66	50
Свекла	62	50
Огурцы свежие	107	100
Томаты свежие	105	100
Перец красный свежий	133	100
Баклажаны свежие	62	50
Кабачки	67	50
Кукуруза, горошек консервированные	100	100
Зелень, салат, лук зеленый	37	30
Чеснок свежий	6	5
Томатная паста, кетчуп	20	20
Фрукты, соки, орехи		
Соки натуральные	500	500
Яблоки, груши, персики свежие	640	450
Черника, голубика свежие	51	50
Лимон свежий	33	20
Орехи (кешью, миндаль, фундук)	45	45
Сухофрукты (курага, чернослив, изюм)	45	45
Молоко и молочные продукты		
Молоко, кисломолочные продукты 2,5% жирности	300	300
Сметана 20% жирности	20	20
Творог полужирный 9%	40	40
Сыр твердый	30	30
Мясо и мясопродукты, птица, яйца и рыба		

Продукты	Масса брутто, г/день	Масса нетто, г/день
Говядина (вырезка)	133	100
Курица без кожи	143	100
Колбаса в/к	30	30
Креветки	20	20
Рыба (треска, горбуша)	143	70
Икра соленая (кета, горбуша)	5	5
Яйцо	54	47
Масла и жировые продукты		
Масло сливочное	25	25
Масло растительное (подсолнечное, оливковое)	25	25
Кондитерские изделия и другие продукты		
Печенье, пряники	60	60
Сахар	50	50
Мед	30	30
Мармелад	25	25
Шоколад	20	20
Чай, кофе	6	6
Соль	5	5

Таблица 15 – Пищевая ценность среднесуточного продуктового набора для питания спортсменов-мужчин, занимающихся водным поло.

Показатель	Единица измерения	Количество в сутки
Энергетическая ценность	ккал	4304
Белок	г	179
Жир	г	158
НЖК	г	50.6
Холестерин	мг	539.6
Углеводы	г	661
Крахмал	г	373
Моно- и дисахара	г	286.8
Сахар добавленный	г	121.6
Пищевые волокна	г	74
Витамин А	мкг	462.5
Каротиноиды	мкг	12319
РЭ	мкг	2517
В1	мг	2.6
В2	мг	2.9
РР	мг	36,0
С	мг	547
Соль добавленная	г	6
Натрий, Na	мг	3921
Калий, К	мг	8325
Кальций, Ca	мг	1606
Фосфор, Р	мг	2911
Железо, Fe	мг	42.4
Магний, Mg	мг	871

По энергетической ценности.		
Белок	%	15
Жир	%	30
Углеводы	%	55
НЖК	%	9
Сахар добавленный	%	10

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Азизбеян Г.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л., Принципы оптимального питания спортсменов различных специализаций. Азизбеян, Д. Б. Никитюк, А. Л. Поздняков, Зилова И.С., Выборная К.В. // Вопросы питания. — 2010. — Т. 79, № 4. — С. 67–71.
2. Ахметов И.И., Астратенкова И.В., Рогозкин В.А. Ассоциация полиморфизма гена PPAR α с физической активностью человека. Молекулярная биология.-2007.-Т.41-№ 5, С. 852-857.
3. Батулин А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Пескова Е.В., Макурина О.Н., Тутельян А. Изучение сочетанного влияния генетических полиморфизмов rs9939609 гена FTO и rs4994 гена ADRD3 на риск развития ожирения. Вопросы питания.-2016.-№4. С.29-35.
4. Бондарь И.А., Филипенко М.Л., Шабельникова О.Ю., Соколова Е.А. Ассоциация полиморфного маркера RS1801282 гена PPAR γ PRO12ALA с сахарным диабетом 2 типа в Новосибирской области и других популяциях. Сибирский медицинский журнал, 2014, Том 29, № 2. С.75-79.
5. Борисова О.О. Питание спортсменов: зарубежный опыт и практические рекомендации: учеб.-метод. пособие. - М.: Советский спорт, 2007. - 132 с.
6. Вировец О.А. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятиях спортом и целесообразности их компенсации биологически активными добавками // Вопросы питания. – 2009. – Т. 78, № 2. – С. 67-73.
7. Гольберг Н.Д. Дондуковская Р.Р. Питание юных спортсменов. – М.: Советский спорт, 2007. – 240 с.: ил.
8. Дуанбекова Г.Б., Исабаев А.С., Карынбаева М.Ж., Аяган Е.С., Дуванбеков Р.С., Дуванбеков А.Е. Анализ методом анкетирования фактического питания студентов-спортсменов.//Nauka i studia. 2017. – Т.2 – №163. – С. 66–70.
9. Иманбекова М.К., Е.В. Жолдыбаева Е.В., Есентаев Т.К., Момыналиев К.Т. Спорт и генетика. Eurasian Journal of Applied Biotechnology. 2013.-N 2.-P. 2-12
10. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Мазо В.К. Витамины и окислительный стресс. // Вопросы питания. – 2013. – № 3(82). – С. 11–18.
11. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Никитюк Д.Б. Витамины в питании спортсменов/ В.М. Коденцова // Вопросы питания. – 2009.- Т.78.- № 3. - С. 67-77.
12. Козлов А.И., Вершубская Г.Г., Негашева М.А. Полиморфизм гена рецептора витамина D (VDR) в выборках населения Европейской России и Приуралья // Перм. мед. журн. 2016. Т. XXXIII, № 5. Р. 60-66.
13. Колесникова А.А., Артемьева Н.К., Тарасенко А.А. Динамика электролитного статуса велосипедистов высокой квалификации на фоне приема регидратационного напитка функционального назначения. //Физическая культура, спорт – наука и практика. 2016.– № 4.–С.73–78.
14. Кузнецова М.А., Клочкова С.В., Лавриненко С.В, Никитюк Д.Б. Питание и спорт: реалии и перспективы // Теория и практика физической культуры. - 2018. - № 2. - С. 44-46.
15. Лавриненко С.В., Выборная К.В., Кобелькова И.В., Соколов А.И., Жукова Л.А., Клочкова С.В. и др. Использование специализированных продуктов для питания спортсменов в подготовительном периоде спортивного цикла // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – № 4. – С. 99–103.
16. Лидов П.И., Поляев Б.А. Анализ системы питания спортсменов сборных команд, существующей в Российской Федерации. //Вопр. питания. 2014. – Т.83(3). – С. 126–128.
17. Малярчук Б.А., Деренко М.В., Денисова Г.А. R577X-полиморфизм альфа-актинина-3 в популяциях человека на северо-востоке Азии.// Экологическая генетика, 2017.- Т.15.-№ 1. DOI: 10.17816/ecogen1550-56.

18. Марков Г.В. Система восстановления и повышения физической работоспособности в спорте высших достижений: методическое пособие/ Г.В. Марков, В.И. Романов, В.Н. Гладков. – М.: Советский спорт, 2009.-52с.
19. Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Баева В.С., Пескова Е.В. Изучение фактического питания с помощью анализа частоты потребления пищи: создание вопросника и оценка достоверности метода. // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья, 1998, №5, с.14-19.
20. Мартинчик А.Н., Баева В.С., Пескова Е.В., Кудрявцева К.В., Денисова Н.Н., Лавриненко С.В., Камбаров А.О., Бадтиева В.А., Никитюк Д.Б. Фактическое потребление жидкости спортсменами высокой квалификации в режиме тренировочного процесса // Вопр. питания.- 2018. Т. 87, № 3. С. 36–44. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10029.
21. Мирошников А.Б., Тарасов А.В. Гидратация вовремя физической активности // Терапевт. – 2016. – № 5. – С. 25–27.
22. Мохан Р. Дж. Новые направления в спортивном питании/ Р. Дж. Мохан // Спорт. медицина. - 2011. -№ 1-2. - С. 3-10.
23. МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.
24. Новокшанова А.Л. Спортивные напитки: регидратация организма как жизненно важный аспект/ А.Л. Новокшанова, Е.В. Ожиганова // Вопросы питания. 2013. Т.82. № 6. С. 67-70.
25. Олейник С.А. Спортивная фармакология и диетология / С.А. Олейник, Л.М. Гунина, Р.Д. Сейфулла – М.–СПб.–Киев: «Диалектика», 2008. – 134 с.
26. Парастаев С.А., Поляев Б.А., Лобов А.Н., Плотников В.П., Лайшева О.А. Углеводно-электролитные растворы в спорте: обзор некоторых современных тенденций. // Вопросы детской диетологии. – 2016. – Т. 14. – № 6. – С. 48–53.
27. Путро Л. М. Особенности питания спортсменов-футболистов / Л. М. Путро // Наука в олимп. спорте. - 2013. - № 1. - С. 66-70.
28. Раджаббадиев Р.М., Коростелева М.М., Евстратова В.С., Никитюк Д.Б., Ханферьян Р.А. L-карнитин: свойства и перспективы применения в спортивной практике // Вопросы питания. 2015. Том 84. № 3. С.4–9.
29. Розенблюм А. Питание спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми. Киев: Олимпийская литература, 2005. С. – 535.
30. Тимашева Я.Р., Насибуллин Т.Р., Имаева Э.Б., Мирсаева Г.Х., Мустафина О.Е. /Полиморфизм генов бета-адренорецепторов и риск эссенциальной гипертензии. Артериальная гипертензия.// 2015; Т.21. № 3., С.259–266. doi: 10.18705/1607- 419X-2015-21-3-259-266.
31. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л. Оптимизация питания спортсменов: реалии и перспективы // Вопр. питания. – 2010. – Т. 79, № 3. – С. 78-82.
32. Федорова Ю.Ю. Карунас А.С., Мурзина Р.Р., Мухтарова Л.А., Рамазанова Н.Н., Гималова Г.Ф., Гатиятуллин Р.Ф., Загидуллин Ш.З., Эткина Э.И., Хуснутдинова Э.К. Исследование ассоциации полиморфных вариантов гена бета2-адренергического рецептора с бронхиальной астмой у русских. //Профилактическая медицина.- 2013, Т. 5, №14, С.116-120.
33. Шепелевич, Н. В., Лебедь Т. Л., Мельнов С. Б. Особенности генетического профиля выносливости у спортсменов-гребцов. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, 2013, № 4 (26).
34. Agudo A, Bonet C.1, Sala N., Muñoz. X. Aranda N., Nunes A.F. et al Hemochromatosis (HFE) gene mutations and risk of gastric cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) study Carcinogenesis vol.34 no.6 pp.1244–1250, 2013 doi:10.1093/carcin/bgt045.

35. Alfred T, Ben-Shlomo Y, Cooper R, et al./ ACTN3 genotype, athletic status, and life course physical capability: meta-analysis of the published literature and findings from nine studies. // *Human Mutation*.- 2011- Vol. 9. P. 1008-1018. doi: 10.1002/humu.21526.
36. Ahmetov I.I., Astratenkova I.V., Druzhevskaya A.M., Rogozkin V.A. Combinatorial genetic analysis of physical performance in athletes // *Eur J Hum Genet. Supp. 1.* - 2007. – V.15. – P.301.
37. Banting L.K., Pushkarev V. P., Cieszczyk P., Zarebska A., Maciejewska-Karlowska A., Sawczuk M., Leońska-Duniec A, Dyatlov D. A., Orekhov E. F., Degtyarev A.V., Pushkareva Y. E., Yan X., Birk R., Eynon N. Elite athletes' genetic predisposition for altered risk of complex metabolic traits. *BMC Genomics* (2015) 16:25. DOI 10.1186/s12864-014-1199-0.
38. Berkovich B-E., Stark A.H., Eliakim A., Nemet D., Sinai T. Rapid Weight Loss in Competitive Judo and Taekwondo Athletes: Attitudes and Practices of Coaches and Trainers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019, V.29(5): 532-538. doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0367.
39. Burke L.M., Castell L.M., Casa D.J. et al. International Association of Athletics Federations Consensus Statement 2019: Nutrition for Athletics. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2019, 29, 73-84. doi.org/10.1123/ijsnem. 2019-0065.
40. Burke, L.M., Jeukendrup, A.E., Jones, A.M., Mooses, M. Contemporary nutrition strategies to optimize performance in distance runners and race walkers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2019, 29. doi:10.1123/ijsnem.2019-0004.
41. Close G.L. Hamilton D.L. Philp A., Burke L.M., Morton J.P. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. *Free Radical Biology & Medicine* 2016, 98, 144–158. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2016.01.016.
42. Condo D., Lohman R., Kelly M., Carr A. Nutritional Intake, Sports Nutrition Knowledge and Energy Availability in Female Australian Rules Football Players. *Nutrients* 2019, 11(5), 971; <https://doi.org/10.3390/nu11050971>].
43. Costa, R.J., Knechtle, B., Tarnopolsky, M., Hoffman, M.D. Nutrition for ultramarathon running: Trail, track, and road. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2019, 29. doi:10.1123/ijsnem.2018-0255.
44. Da Ponte A, Giovanelli N, Antonutto G et al. Changes in cardiac and muscle biomarkers following an uphill-only marathon. *Res Sports Med*. 2017;23:1-12.
45. Dietary reference values for nutrients: Summary report. EFSA supporting publication. 2017 : e 15121. 92 pp. doi:10.2903/sp.efsa.2017.e15121.
46. Durkalec-Michalski, K.; Zawieja, E.E.; Zawieja, B.E.; Jurkowska, D.; Buchowski, M.S.; Jeszka, J. Effects of low versus moderate glycemic index diets on aerobic capacity in endurance runners: Three-week randomized controlled crossover trial. *Nutrients* 2018,10, 370.
47. Fang M., Yang Yu., Li X., Zhou F., Cao G., Li M., Gao L. / The association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis// *Plos One*. -2013- Vol. 8. N.1. doi: 10.1371/journal.pone.0054685
48. Garthe I, Maughan R J. Athletes and Supplements: Prevalence and Perspectives. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, Volume 28: Issue 2, 126–138, <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0429>.
49. Gilbert R., Bonilla C., Metcalfe C., Lewis S. et al. Associations of vitamin D pathway genes with circulating 25-hydroxyvitamin-D, 1,25-dihydroxyvitamin-D, and prostate cancer: a nested case-control study // *Cancer Causes Control*. 2015. Vol. 26. P. 205-218.
50. Hamasaki H. Martial Arts and Metabolic Diseases // *Sports*. – 2016. – V.4. – №2. – P. 28. DOI: 10.3390/sports4020028.

51. Hector A.J., Phillips S.M. Protein Recommendations for Weight Loss in Elite Athletes: A Focus on Body Composition and Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2018 28(2):170-177. doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0273.
52. Hespel P, Maughan RJ, Greenhaff PL. Dietary, supplements for football // *Journal of Sports Sciences*. - 2006. - 24(7). - P. 749-761.
53. Hinney A., Nguye, T.T., Schera, A. et al. Genome wide association (GWA) study for early onset extreme obesity supports the role of fat mass and obesity associated gene (*FTO*) variants // *PLoS ONE*. 2007. Vol.2. N.12. P.1-5.
54. Hillier M., Sutton L, James L, Mojtahedi D, Keay N, High K. Prevalence and Magnitude of Rapid Weight Loss in Mixed Martial Arts Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019, V.29(5): 512-517. doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0393.
55. Hills S.P., Mitchell P., Wells C., Russell M. Honey Supplementation and Exercise: A Systematic Review. *Nutrients* 2019, 11(7),1586; <https://doi.org/10.3390/nu11071586>-12Jul 2019
56. Ismaeel A, Holmes M, Papoutsi E, Panton L, Koutakis P. Resistance Training, Antioxidant Status, and Antioxidant Supplementation. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2019, V.29(5): 539-547. doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0339.
57. Jakubowska-Pietkiewicz E., Mlynarski W., Klich I., Fendler W. et al. Vitamin D receptor gene variability as a factor influencing bone mineral density in pediatric patients // *Mol. Biol. Rep.* 2012. Vol. 39, N 5. P. 6243-6250.
58. Jia G., Yang S., Yang C., Jiana X., et al. Oxidative demethylation of 3-methylthymine and 3-methyluracil in single-stranded DNA and RNA by mouse and human FTO // *FEBS Lett.* - 2008.- Vol. 582, N 23. P. 3313-3319.
59. Lins T.C., Vieira R.G., Grattapaglia D., Pereira R.W. Population analysis of vitamin D receptor polymorphisms and the role of genetic ancestry in an admixed population // *Genet. Mol. Biol.* 2011 .Vol. 34, N 3. P. 377-385.
60. Miao L., Yin R-X., Wu D-F., Cao X-L. , Li Q., Hu X-J., Yan T-T., Aung L. H. , De-Zhai Yang D-Z. , Wei-Xiong Lin W-X. / Peroxisome proliferator-activated receptor delta +294T > C polymorphism and serum lipid levels in the Guangxi Bai Ku Yao and Han populations.// *Lipids in Health and Disease*. -2010.-Vol. 9., P.145. <http://www.lipidworld.com/content/9/1/145>
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3670256/pdf/bgt045.pdf>
61. Osman E., Anouti A.A., El Ghazali G., Haq A. et al. Frequency of rs731236 (TaqI), rs2228570 (FokI) of Vitamin-D Receptor (VDR) gene in Emirati healthy population // *Meta Gene*. 2015. Vol. 6. P. 49-52
62. Qi Q., Downer M.K., Tuomas O. Kilpeläinen T. O., et al Dietary Intake, FTO Genetic Variants, and Adiposity: A Combined Analysis of Over 16,000 Children and Adolescents.// *Diabetes* 2015;64:2467–2476 | DOI: 10.2337/db14-1629
63. Waters K.M., Stam D.O., Hassanein M.T. et al. Consistent association of type 2 diabetes risk variants found in Europeans in diverse racial and ethnic groups // *PLoS Genet.* – 2010. Vol. 6, Issue 8. – e1001078.
64. Wolfarth B., Rankinen T., Mühlbauer S., Scherr J., Boulay M.R., Pérusse L., Rauramaa R., Bouchard C. Association between a beta 2-adrenergic receptor polymorphism and elite endurance performance // *Metabolism*. – 2007. – V.56(12). – P.1649-51.
65. Yang Q, Xiao T., Guo J., Su Z. Complex Relationship between Obesity and the Fat// Mass and Obesity Locus. *Int. J. Biol. Sci.* -2017-Vol. 13. N.5. P. 615-629.

Приложения

Приложение А – Анкета и форма регистрации фактического потребления пищи спортсменами высокой квалификации

АНКЕТА

Дата проведения интервью / ____ / ____ /
число / месяц

Номер интервьюера / ____ /

1	Идентиф-нный спортсмена карты, №пп)	№ (№	/ _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ / _ /					
2	ФИО							
3	Пол	М	1	Ж	2			
4	Дата рождения							
5	Вид спорта							
	Квалификация (нужное обвести)	Разряд 1	Разряд 2	К.М.С	М.С.	М.С.М.К.		
		1	2.	3	4	5		
6	Период спортивной деятельности	(нужное обвести)	тренировочный	1	соревновательный	2	Восстановительный	3
7	Масса тела, кг / ____ / ____ / ____ / ____ / ____ /							
8	Рост, см / ____ / ____ / ____ / ____ / ____ /							
Употребляли ли Вы в течение последнего месяца:								
13.	Витамины, Минеральные вещ-ва и Биологически активные добавки к пище? (Да-1, Нет-2)							
	Если «Да» назовите наименование комплекса	Доза или порция (табл., г, драже, ст.л., стакан.)	Сколько раз в день	Длительность приема (недель)				
14.	Специализированные продукты для питания спортсменов? (Да-1, Нет-2)							
	Если «Да» назовите наименование специализированного продукта	Доза или порция (табл., г, драже, ст.л., стакан.)	Сколько раз в день	Длительность приема (недель)				
16.	Регулируете ли Вы массу тела в настоящее время? (нужное обвести)		Снижаю	1				
			Увеличиваю	2				
			Не регулирую	3				

Форма регистрации 24-часового потребления пищи

Идентификационный номер спортсмена _____
 И.О. _____

	Время приема	Место приема пищи	Наименование и состав продукта, блюда или напитка	Количество	Код
				гр (мл)	
	Н3	Н5		Н7	Н9
01		1 Дома 2 Предпр. общепита 3 Рабочее место 4 Перекус 5 Перед тренировкой 6 После тренировки			
02		1 Дома 2 Предпр. общепита 3 Рабочее место 4 Перекус 5 Перед тренировкой 6 После тренировки			
03		1 Дома 2 Предпр. общепита 3 Рабочее место 4 Перекус 5 Перед тренировкой 6 После тренировки			
04		1 Дома 2 Предпр. общепита 3 Рабочее место 4 Перекус 5 Перед тренировкой 6 После тренировки			
05		1 Дома 2 Предпр. общепита 3 Рабочее место 4 Перекус 5 Перед тренировкой 6 После тренировки			

Приложение Б – Анкета по исследованию питьевого режима спортсмена

ПИТЬЕВОЙ РЕЖИМ СПОРТСМЕНА (1-я и 2-я тренировка)

1-я ТРЕНИРОВКА Время тренировки **начало(час)** _____ **конец(час)** _____

Идентификационный номер / _____ / **Дата проведения интервью** / _____ / _____ /

Ф.И.О. _____

1.1	В течение часа до тренировки пили ли Вы напитки?	Да	1	Нет	2
1.2	Если «Да», то какие напитки вы пили в течение часа до тренировки?	Сколько выпили указанных напитков? мл			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое (мин. вода) _____	7 _____ мл			
1.3	Во время тренировки пили ли Вы напитки?	Да	1	Нет	2
1.4	Если «Да», то какие напитки вы пили во время тренировки?	Сколько выпили указанных напитков? мл			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое (мин. вода) _____	7 _____ мл			
1.5	В течение часа после тренировки пили ли Вы напитки?	Да	1	Нет	2
1.6	Если «Да», то какие напитки Вы пили в течение часа после тренировки?	Сколько Вы выпили указанных напитков, мл			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое (мин. вода) _____	7 _____ мл			

2-я ТРЕНИРОВКА Время тренировки начало(час) _____ конец(час) _____
 Идентификационный номер _____ Дата проведения интервью / ____ / ____ /
 Ф.И.О. _____ день опроса _____

2.1	В течение часа до тренировки пили ли Вы напитки?	Да	1	Нет	2
2.2	Если «Да», то какие напитки Вы пили в течение часа до тренировки?	Сколько выпили указанных напитков			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое (мин. вода)	7 _____ мл			
2.3	Пили ли Вы напитки во время тренировки?	Да	1	Нет	2
2.4	Если «Да», то какие напитки Вы пили во время тренировки?	Сколько выпили указанных напитков, мл			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое(мин. вода)	7 _____ мл			
2.5	В течение часа после тренировки пили ли Вы напитки?	Да	1	Нет	2
2.6	Если «Да», то какие напитки Вы пили в течение часа после тренировки?	Сколько выпили указанных напитков, мл			
	1. Вода питьевая	1 _____ мл			
	2. Чай	2 _____ мл			
	3. Кофе	3 _____ мл			
	4. Спецнапитки: (назовите название напитка)	4 (мл, г, ст.л)			
	4.1 _____	4.1 _____			
	4.2 _____	4.2 _____			
	4.3 _____	4.3 _____			
	5. Сладкие газированные и негазированные напитки	5 _____ мл			
	6. Соки, нектары	6 _____ мл			
	7. Другое_(мин. вода)	7 _____ мл			

17. Физическая активность тренировочного дня					
17.1 Сон	С	с 3.00	До	до 6.00	указать
17.2 Разминка утром		30	мин		отсутствует указать
17.3 Завтрак, обед, ужин		20	мин		отсутствует указать
17.4 Работа	С	10.00	До	18.00	отсутствует указать
17.5 Физическая активность на работе	низкая	1	средняя	2	высокая 3 выбрать √
17.6 Тренировка 1	С	10.00	До	12.00	отсутствует указать
17.7 Физическая активность тренировки	низкая	1	средняя	2	высокая 3 выбрать √
17.8 Тренировка 2	С	16.00	До	18.00	отсутствует указать
17.9 Физическая активность тренировки	низкая	1	средняя	2	высокая 3 выбрать √
17.10 Другие тренировки	С.....	18.00	До	19.00	отсутствуют выбрать √
17.11 Физически активный отдых	С	19.00	До	20.00	отсутствует указать

Приложение В — Профилактические рекомендации для спортсменов, основанные на результатах анализа генетических полиморфизмов, ассоциированных с риском развития алиментарно-зависимых заболеваний и нарушений пищевого поведения.

Наличие аллеля риска:	Риск развития алиментарно-зависимых заболеваний	Рекомендации
rs 9939609 ген FTO rs 993609 ген ADRB3	Риск развития алиментарного ожирения	<ul style="list-style-type: none"> - контроль массы тела - контроль калорийности и химического состава рациона - увеличение физической активности
rs 2228570 ген VDR	Риск развития остеопороза, связанный с нарушением плотности костной ткани, что может привести увеличению травматизма	<ul style="list-style-type: none"> - контроль за содержанием витамина Д - приема витамина Д
rs 1801133 ген MTHFR	Риск развития сердечно-сосудистых заболеваний, связанных с гомоцистеинемией вследствие снижения обеспеченности фолиевой кислоты	<ul style="list-style-type: none"> - контроль за содержанием фолиевой кислоты - приема фолатов