

**Федеральное медико-биологическое агентство
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный
научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации
Федерального медико-биологического агентства»
(ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА РОССИИ)**

**ТЕКУЩЕЕ (ОПЕРАТИВНОЕ) ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ТЕСТИРОВАНИЕ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА В
УСЛОВИЯХ БАЗ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Методические рекомендации

МР ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России 91500.12.0001 - 2022 /цсм

Москва

2022

Предисловие

1. Разработаны в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России):

- Директор – канд. мед. наук. Жолинский А.В.
- Куратор разработки – начальник организационно-исследовательского отдела канд. мед. наук. Фещенко В.С.

2. Исполнители:

- заместитель директора по научной работе – проф. док. мед. наук Парастаев С.А.
- ведущий научный сотрудник – проф. док. мед. наук Шестопалов А.Е.
- старший научный сотрудник – канд. биол. наук. Оганнисян М.Г.
- врач по спортивной медицине – Даткова Е.В.
- младший научный сотрудник – Невзорова М.В.

3. В настоящих методических рекомендациях реализованы требования Федеральных законов Российской Федерации:

- от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;
- от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»;
- от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"».

4. Утверждены и введены в действие Федеральным государственным бюджетным учреждением «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства» « » _____ 2022 г.

5. Введены впервые.

Содержание

Предисловие	2
Введение	5
1. Область применения.....	8
2. Нормативные ссылки	9
3. Термины и определения, сокращения	10
4. Аннотация.....	11
5. Подходы к определению реальных суточных затрат энергии в ходе учебно-тренировочных сборов	12
5.1. Структура суточного расхода энергии	12
5.2. Energy Availability как критерий адекватности энергетического обеспечения двигательной активности	14
5.3. Варианты рационов, индуцирующих каскад реакций метаболической адаптации.....	15
5.3.1. Гиперкалорийные (высокоэнергетические) рационы/диеты (ВЭД/HED – high-energy diets).....	16
5.3.2. Гипокалорийные (низкоэнергетические) рационы/диеты (НЭД/LED – low-energy diets)	17
5.4. Объективизации процессов приспособительных перестроек в целом и метаболической адаптации в частности.....	20
5.4.1. Показатели функциональной диагностики в оценке эффективности адаптационных механизмов	20
5.4.2. Методология оценки затрат энергии в ходе учебно-тренировочных сборов.....	33
5.4.2.1. Аппаратное обеспечение непрямой калориметрии (мобильные/носимые метаболографы).....	34
5.4.2.2. Пути повышения эффективности применения используемой аппаратуры	39
6. Практические подходы к построению программ нутритивно-метаболической поддержки спортсменов в условиях учебно-тренировочных сборов.....	45
6.1. Нутритивно-метаболическая поддержка как компонент периодизации годичного цикла подготовки	45
6.1.1. Предсоревновательные этапы (непосредственной подготовки к соревнованиям и подводки/tapering).	46
6.1.2. Варианты программ нутритивно-метаболической поддержки	47
6.2. Программа предсоревновательной нутритивно-метаболической поддержки.....	51

6.2.1. Составляющие плана питания.....	51
6.2.2. Нерекондуемые виды пищи	53
Приложение А.....	57
Пример пищевого дневника	57
Ниже представлен вариант пищевого дневника спортсмена по легкой атлетике.....	57
Приложение Б.....	58
Пример протокола ОФС.....	58
Приложение В	61
Протокол биоимпедансо-/электросоматометрии	61
Приложение Г	63
Соотношение фактических (измеренных методом непрямой калориметрии – мобильный метаболограф Cosmed K5) затрат энергии, не связанных с обеспечением спортивной деятельности (ВОО/ВМВ), и энергетической ценности суточного рациона в различных видах спорта	63
Приложение Д.....	64
Условия, требуемые для обеспечения безопасной эксплуатации метаболографа в условиях повышенных эпидемических рисков	64
Приложение Е	65
Пример меню на 1 день №1 и №2.....	65
Библиографические данные.....	67
Список исполнителей.....	68

Введение

Организация и проведение в динамике комплексной оценки текущего функционального состояния спортсменов в условиях реальной тренировочной деятельности является основополагающим компонентом эффективного процесса подготовки атлетов национального и международного уровней. Анализ данных текущих обследований дает возможность тренерскому штабу и врачебному персоналу сборных команд или спортивных клубов получать объективную информацию о переносимости предъявляемых нагрузок (и, соответственно, о возможности их модификации либо в сторону повышения, либо снижения интенсивности тренировочных стимулов), а также, что чрезвычайно важно, о способности спортсменов рационально расходовать свои ресурсы, в том числе, энергетические. Наиболее значимым инструментом восполнения последних является питание.

Кроме того, существенное значение в структуре задач оперативного функционального тестирования отводится и характеристике адаптационного потенциала организма спортсменов, определению рисков развития пред- и патологических состояний, в коррекции и предупреждении которых питание также играет главенствующую роль.

Питание спортсмена, как и иных представителей популяции, направлено на обеспечение организма адекватным двигательной и интеллектуальной активности количеством энергии, необходимыми питательными веществами – макро- и микроэлементами, витаминами, пищевыми волокнами. Согласно согласительным заявлениям и рекомендациям Олимпийского экспертного сообщества, одной из основных функций питания определена возможность повышения уровня здоровья, что реализуется снижением риска травматизма, переутомления (включая его тяжелые, некомпенсируемые формы, вплоть до развития синдрома перетренированности) и перенапряжения (в том числе хронических синдромов, проявляющихся поражениями отдельных органов систем), а также формирования широкого спектра нозологий.

Формирование оптимизированных программ питания спортсменов может быть достигнуто на основе соблюдения определенных постулатов:

- соответствие энергетической ценности рациона среднесуточным потерям энергии, зависящим от возраста и пола атлетов, направленности и объема/интенсивности физических нагрузок
- полноценный состав пищи, сбалансированный по основным пищевым веществам (белкам, жирам, углеводам, витаминам и минеральным веществам), количественные характеристики которых определяются содержанием текущей тренировочной или соревновательной деятельности
- распределение приемов пищи течение дня, четко согласованное с режимом и характером тренировок или соревнований
- выбор оптимальных форм питания (продуктов, пищевых веществ и их комбинаций), обеспечивающих различную ориентацию рационов (белковая, углеводная, белково-углеводная, кетодиета) на решение конкретных педагогических задач в отдельные периоды подготовки спортсменов.

Подобный подход, претендующий на статус системного, во многом позволяет предотвращать вероятность негативных исходов наиболее закономерных рисков современного спорта. Как пример: расстройства пищевого поведения на фоне неконтролируемых диетических манипуляций (экстремальных способов изменения композиционного состава тела) с необоснованным использованием биологически активных субстанций индуцируют дисбаланс нейро-эндокринной регуляции, провоцирующий снижение минеральной плотности костной ткани, и, как итог: развитие синдрома относительного дефицита энергии – RED-S (Relative Energy Deficiency in Sport; ранее – «триада спортсменки»). Эффективность создаваемых программ энергетического и нутритивно-метаболического обеспечения тренировочной деятельности, ориентированных на решение проблемы дефицитарности рационов, определяется алгоритмизацией

минимально достаточного комплекса мероприятий, основной мотивацией которых является объективная оценка суточных затрат энергии, их адекватное восполнение с регулярным инструментальным и лабораторным контролем в динамике.

Методология текущих обследований должна быть применима в «полевых» условиях и иметь высокую степень валидности (информативности). Т.е. для диагностики уровня здоровья и динамической оценки функциональных кондиций необходимо использовать портативную аппаратуру, не предполагающую инвазивных вмешательств, но в то же время устойчивую к неблагоприятным внешним воздействиям (прежде всего, механическим повреждениям), не требующую специальных навыков в использовании и предполагающую низкие затраты времени на тестирование. Еще одним значимым требованием является пригодность аппаратуры для использования в ходе нагрузочных тестов.

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России


А.В. Жолинский
«2» ноября 2022 г.



**ТЕКУЩЕЕ (ОПЕРАТИВНОЕ) ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ТЕСТИРОВАНИЕ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОГО КЛАССА В
УСЛОВИЯХ БАЗ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ**

Методические рекомендации

МР ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России 91500.12.0001-2022/цсм

1. Область применения

1. Методические рекомендации предназначены для врачей спортивных сборных команд Российской Федерации.

2. Нормативные ссылки

Настоящий документ разработан на основании следующих регламентирующих документов – федеральных законов и подзаконных актов:

- от 21 ноября 2011 года № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»;
- от 4 декабря 2007 года № 329-ФЗ «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»;
- от 5 декабря 2017 года №373-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации" и Федеральный закон "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации"»;
- приказа Минздрава России от 30 мая 2018 г. № 288н «Об утверждении Порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации»;
- приказа Минздрава России от 23.10.2020 № 1144н "Об утверждении порядка организации оказания медицинской помощи лицам, занимающимся физической культурой и спортом (в том числе при подготовке и проведении физкультурных мероприятий и спортивных мероприятий), включая порядок медицинского осмотра лиц, желающих пройти спортивную подготовку, заниматься физической культурой и спортом в организациях и (или) выполнить нормативы испытаний (тестов) Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса "Готов к труду и обороне" (ГТО)" и форм медицинских заключений о допуске к участию физкультурных и спортивных мероприятиях"
- рекомендаций «Р» ФМБА России от 25 декабря 2017 г. 15.68-2017 "Разработка, изложение, представление на согласование и утверждение нормативных и методических документов ФМБА России"

3. Термины и определения, сокращения

ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России	– Федеральное государственное бюджетное учреждение Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико- биологического агентства России
EA	– Energy Availability – доступность энергии
FFM	– Fat Free Mass – безжировая масса тела
BPC	– Вариабельность ритма сердца
ИМТ	– Индекс массы тела
НЭД	– Низкоэнергетическая диета
БАД	– Биологически активные добавки
ВЭД	– Высокоэнергетическая диета
RED-S	– Relative Energy Deficiency in Sport - синдром относительного дефицита энергии
ВОО	– Величина основного обмена
DEXA	– двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия
NEAT	– non-exercise activity thermogenesis – активный термогенез вне упражнений

4. Аннотация

Настоящие методические рекомендации подготовлены в структуре научно-исследовательской работы «Метаболограф-20», выполненной в контингенте спортсменов сборных команд Российской Федерации. Рекомендации в условиях баз спортивной подготовки.

Рекомендации сформированы по результатам анализа полученных в работе данных, отражающих положения исследования в части разработки комплексного метода оценки изменений функционального состояния при применении оптимизированных (индивидуализированных по данным непрямой калориметрии) программ нутритивно-метаболической поддержки спортсменов в ходе пребывания на базах спортивной подготовки, т.е. в условиях реальной тренировочной деятельности. Предлагаемые программы включают рационы, составленные с учетом фактических данных о суточных потерях энергии, а также индивидуализированный перечень специализированных продуктов питания и БАД, позволяющих повысить эффективность протекания процессов постнагрузочного восстановления.

В основе эффективной реализации подобного подхода – комплексная оценка различных компонентов функционального состояния (метаболической адаптации, физиологической стоимости нагрузки) в динамике проведения учебно-тренировочных сборов.

5. Подходы к определению реальных суточных затрат энергии в ходе учебно-тренировочных сборов

5.1. Структура суточного расхода энергии

Одним из важнейших компонентов пролонгации периода успешных выступлений на национальном и международном уровнях является оптимизация программ питания (нутритивно-метаболической поддержки) спортсменов, прежде всего, в условиях пребывания на базах спортивной подготовки, т.е. в ходе реальной тренировочной деятельности. Индивидуализация рационов, их соответствие направленности и насыщения мезоциклов, а также составляющих их микроциклов, предопределяет необходимость регулярных получения объективной информации об энергетическом потенциале и напряженности адаптационных механизмов, что невозможно без использования неинвазивных технологий оценки функционального состояния, прежде всего, в нагрузочных сетях. Наиболее полные сведения о затратах энергии и особенностях восполнения ее дефицита после завершения тренировочных сессий дает непрямая калориметрия с использованием мобильных (носимых) метаболографов; значимость полученных при анализе данных может быть повышена при параллельном изучении физиологической стоимости тренировочных стимулов, т.е. при изучении параметров вариабельности сердечного ритма.

Однако, к настоящему времени, не разработаны приемлемые для практического использования алгоритмы нагрузочного тестирования с применением мобильной аппаратуры в «полевых» условиях – продолжительность и интенсивность тестирующих упражнений, их направленность; не определена степень влияния на исследуемые показатели специфического для вида спорта характера нагрузок. Все это предопределило содержание проведенного 2020-2022 гг. исследования.

В структуре суточных затрат энергии выделяют величину основного обмена (BOO или RMR – базальный метаболизм/resting metabolic rate),

специфическое динамическое действие пищи (расход энергии на переваривание, всасывание, транспорт и усвоение пищевых веществ), потери в результате разнообразной деятельности – интеллектуальной и физической; при этом двигательная активность может быть как связанной с тренировочным процессом, так и не зависящей от него [в зарубежной литературе последняя обычно обозначается как NEAT (non-exercise activity thermogenesis), вклад данного показателя падает по мере повышения объемов и интенсивности тренировок].

ВОО (RMR) – затраты энергии на поддержание температурного баланса и функционирование органных систем человека, находящегося в состоянии покоя при комфортной температуре (ориентировочно 20°C). Примерно 60% ВОО расходуется на производство тепла (термогенез), остальные 40% – на обеспечение гемодинамики, дыхания, работы систем детоксикации и выделения, мозга и т.д. [из них около 20%, т.е. 18 кДж (4,3 ккал) на килограмм массы тела может быть израсходовано на «оборот белка/protein turnover», т.е. на пластические процессы]. ВОО зависит от пола, возраста и массы тела.

Количество энергии, необходимое для расщепления белков, составляет в среднем около 25% их энергетической ценности, для жиров – примерно 4%, а для углеводов – около 8%. Если же пища носит смешанный характер, то к величине затрат на основной обмен добавляют приблизительно 10%, обозначаемые, как уже было отмечено, специфическим динамическим действием пищи.

Энергетические потребности спортсмена определяются, прежде всего, модифицируемыми параметрами тренировки (ее продолжительностью, интенсивностью, кратностью), а также плотностью календаря соревнований. Факторы, повышающие потребность в энергии: пребывание в условиях средне- и высокогорья, воздействие низких или высоких температур окружающей среды, психо-эмоциональных факторов, физические травмы, прием отдельных лекарственных средств (например, кофеина), а также наращивание мышечной массы и лютеиновая фаза менструального цикла; к

падению энергетического запроса приводят, помимо сокращения тренировочной активности, приводят снижение массы жира и фолликулярная фаза цикла.

5.2. Energy Availability как критерий адекватности энергетического обеспечения двигательной активности

В последние годы при обсуждении проблематики энергетической ценности рационов (особенно, в случаях их дефицитного характера) все большее внимание акцентируется на понятии «Energy Availability» (EA – доступной энергии) – относительной величине, отражающей поступление энергии извне, достаточной для обеспечения физиологического течения метаболических реакций при последующей физической активности; рассчитывается на килограмм безжировой или «тощей» массы тела (БМТ, син: FFM/LBM – Fat Free Mass/Lean Body Mass):

$$EA = (EI - EEE)/kg \text{ LBM},$$

где EI (Energy Intake)– поглощение энергии, а EEE (Exercise Energy Expenditure) – затраты энергии при выполнении физических нагрузок/упражнений.

Оптимальным для успешной соревновательной деятельности можно считать значение EA, равное 40 ккал/кг БМТ/FFE у женщин и 45 – у мужчин, а недопустимым – ниже 30 ккал/кг: чрезмерное падение, т.е. дефицит энергии рассматривается как значимый фактор риска развития RED-S синдрома¹; субдефицитные рационы – 30-39, кратковременное использование которых может способствовать более эффективной адаптации к нагрузкам, развивающим качество выносливости, а если дефицитарность рациона поддерживается долговременно то возможна инициация трансформации тяжелых форм переутомления в синдром перетренированности. Значения показателя, превышающие 45 ккал/кг БМТ, рассматриваются как создающие весомые (но не обязательные) предпосылки для развития гипертрофии

¹ - Relative Energy Deficiency in Sport (синдром относительного дефицита энергии в спорте) – так, начиная с 2014 года, стали официально именовать «Триаду спортсменки»

мышечных волокон (т.е. увеличения БМТ/FFM/LBM), особенно, в ходе реализации программ силовой (резистивной) тренировки (син.: тренировка с отягощениями или с сопротивлением).

Таким образом, одним из ключевых параметров, необходимых для установления оптимальной энергетической ценности рациона и ее коррекции в ходе учебно-тренировочных сборов является повторная оценка FFM, а наиболее адекватны способом определения последней – биоимпедансометрия (отсутствие лучевой нагрузки, свойственной DEXA – двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии – при незначительном расхождении точности результатов позволяет проводить регулярные тестирования без сколь-либо значимых рисков для здоровья спортсменов).

5.3. Варианты рационов, индуцирующих каскад реакций метаболической адаптации

Любое повторяющееся отклонение от оптимальных значений АЕ инициирует каскад приспособительных реакций – метаболическую адаптацию, вектор которой определяется направленностью стрессорного агента: при повышении энергетической ценности рациона преобладают проявления адаптивного термогенеза (усиление процесса рассеивания избыточно образовавшего тепла в окружающую среду), а при снижении – адаптивная терморедукция (угнетение теплообразования).

Термогенез сопутствует гиперкалорийным рационам (с избыточной энергетической ценностью), которые являются одним из компонентов комплексных программ, ориентированных на повышение мышечной массы, т.е. на увеличение поперечника миофибрилл; при этом он не только не способствует развитию гипертрофии мышечных волокон, но в некоторых случаях даже препятствует ей, побуждая к немотивированным изменениям качественного и количественного состава потребляемой пищи; численная характеристика феномена термогенеза может достигать до 10-15%.

Терморедукция, напротив, сопровождает потребление гипокалорийных рационов (с недостаточной энергетической ценностью), лимитируя эффективность программ снижения массы тела; с другой стороны, именно выявление и динамическая оценка данного физиологического феномена позволяет применять так называемые рассредоточенные (продолгованные, ступенеобразные) программы снижения массы тела преимущественно за счет падения доли жирового компонента.

Следует также учитывать возможность и иного, помимо снижения теплопродукции (прежде всего, за счет уменьшения ВОО), типа ответа на долговременное сокращения энергетической ценности питания – падения мышечной массы, т.е. крайне нежелательной реакции, развитие которой диктует необходимость немедленной коррекции рациона не только в части немедленного изменения калорийности, но и состава питания, а именно: повышения суточного потребления белка.

5.3.1. Гиперкалорийные (высокоэнергетические) рационы/диеты (ВЭД/HED – high-energy diets)

Принципиальным представляется вопрос об определении минимально достаточного уровня превышения верхней границы целевой зоны энергетической ценности рациона, определяемой задачами текущего этапа подготовки в иерархической структуре мероприятий календарного плана, а также, что чрезвычайно важно, индивидуальными особенностями атлетов.

Нередко рекомендуемый избыток энергии для спортсменов, ориентированных на набор мышечной массы, может достигать 4000 кДж/сутки (955 ккал) [для стабилизации массы тела обычно обсуждается профицит 1500-2000 кДж/сутки (358-478 ккал)]. Однако чрезмерная калорийность потребляемой пищи приводит не только к повышению мышечной (безжировой) массы, но и сопровождается нарастанием жировых отложений: на образование белка идет лишь 33-40% избыточного поступления

энергии, а оставшиеся 60-67% – расходуются на накопление жира. В настоящее время в качестве некой критической величины избыточной энергетической ценности рассматривают 544 ккал/сутки; при том был предложен некий общий посыл к построению диетических программ: чем выше уровень спортивной квалификации, тем ниже должна быть степень избыточности дневного потребления энергии (TDEE – total daily energy expenditure), следовательно, максимальный риск чрезмерного увеличения жировой ткани при назначении агрессивных HED характерен именно для элитных атлетов.

5.3.2. Гипокалорийные (низкоэнергетические) рационы/диеты (НЭД/LED – low-energy diets)

Низкая энергетическая ценность потребляемой пищи (точнее, недостаточная для решения задач текущего этапа подготовки) рассматриваются как неперенный атрибут эстетических (сложнокоординационных) видов спорта и дисциплин, предполагающих градацию по весовым категориям – более 90% спортсменов, готовящихся к состязаниям по указанным видам спортивной деятельности, прибегают к использованию диет, в том числе, экстремальных (степень снижения массы тела атлетов может достигать 13%., причем в очень сжатые сроки).

Дополнительным фактором, привлекающим внимание клиницистов к проблематике гипокалорийных рационов в контингенте спортсменов, является установленная в 2017 году Международным обществом спортивного питания (ISSN) об определяющем влиянии на направленность изменений композиционного состава тела исключительно энергетической ценности (калорийности) рациона. Диеты, предполагающие, в первую очередь, потерю жировой ткани, характеризуются устойчивым дефицитом калорий. Отсюда следует, что выраженность энергодефицитности является основным классифицирующий признаком гипокалорийных рационов.

Понятие НЭД/LED (при щадящем подходе к их определению) предполагает вариативность в интервале от 800 до 1800 ккал в сутки. Адекватность низкокалорийного питания определяется степенью сохранения спортивной работоспособности. В качестве приемлемого ориентира еженедельного снижения массы тела для элитных спортсменов предложено значение 0,7% от исходного уровня; при этом величина дефицита индивидуальных значений может достигать до -500 ккал в сутки.

В структуре НЭД/LED выделяют диеты с очень низкой энергетической ценностью (very-low-energy diets – VLED) – 400-800 ккал/сутки. VLED предназначены для альтернативного питания, т.е. ориентированы на полное замещение привычного рациона жидкими коммерческими продуктами с рекомендуемым потреблением 70-100 г углеводов в сутки, 15 г жиров и 30-80 г/сутки белков, а также полного спектра микроэлементов. Столь жесткие диетические ограничения способствуют чрезвычайно быстрому снижению массы тела (1,0-2,5 кг/нед.).

Упомянутые низкоэнергетические коммерческие составы с минимизированным содержанием жира (10-20% энергетической ценности) можно также трактовать как диеты с низким или очень низким содержанием жиров (low- and very-low-fat diets – LFD/VLFD).

Противоположностью VLFD являются кетогенные диеты [их классифицирующий признак – способность вызывать физиологический или пищевой кетоз, т.е. повышать уровень циркулирующих кетоновых тел (бета-гидроксибутирата) до 7-8 ммоль/л]; при сахарном диабете возникает патологическое состояние – кетоацидоз: перепроизводство ацетоацетата и снижение уровня инсулина уровня]. Состав кетодиет характеризуется резким преобладанием в рационе жиров – до 60-80% энергетической ценности (при крайне низкой доле углеводов в структуре дневного потребления энергии – не более 10%).

Кетогенные диеты обладают эргогенными свойствами в видах спорта, с преимущественным развитием качества выносливости, и выраженным

эрголитическим эффектом в силовых видах спорта (прежде всего речь идет о падении мощности выполняемых упражнений).

В спорте возможность применения рационов, крайне обедненных по содержанию энергии, а также кетодиет ограничена недостаточной разработанностью вопроса о безопасных сроках их применения.

В любом случае, возможность развития разнонаправленных изменений, обусловленных феноменом метаболической адаптацией, предопределяет значимость проведения динамического контроля ВОО, по меньшей мере, с еженедельной периодичностью. Учитывая неоднородность структуры энергетических потерь у представителей различных спортивных дисциплин, а также преобладание затрат энергии на обеспечение специфической двигательной деятельности (прежде всего, в ходе состязаний), необходимым представляется объективный контроль фактических потерь энергии в течение суток (TDEE), включая и затраты на текущую (бытовую) активность (non-exercise activity thermogenesis – NEAT²). Данная задача может быть реализована исключительно применением метода непрямой калориметрии с использованием мобильных метаболографов [в то же время адекватная характеристика специфического динамического действия пищи может быть получена и при последовательном проведении биоимпедансного анализа (электросоматометрического исследования)].

При этом чрезвычайно важно, что наиболее действенным (в сравнении с диетическими манипуляциями) инструментом коррекции массы тела (как в сторону ее снижения, прежде всего, за счет преимущественного сокращения жирового компонента, так и в сторону повышения за счет нарастания мышечной составляющей) является рационально организованная резистивная (силовая) тренировка.

² - чем более объемной и интенсивной является подготовка спортсмена, тем ниже доля NEAT в структуре суточных затрат энергии

5.4. Объективизации процессов приспособительных перестроек в целом и метаболической адаптации в частности

5.4.1. Показатели функциональной диагностики в оценке эффективности адаптационных механизмов

Текущая оценка функционального состояния спортсменов в ходе учебно-тренировочных сборов на базах спортивной подготовки включала:

1. анкетирование – ежедневная оценка рациона и дополнительного потребления рекомендованных продуктов спортивного питания (пищевой дневник/дневник питания)
2. лабораторная диагностика (биохимический спектр) – определение маркеров эффективности обмена белков/жиров/углеводов
3. исследование вариабельности ритма сердца – ВРС (в настоящем исследовании использовалось оборудование «Мультиспектр», «Нейрософт»)
4. анализ композиционного состава тела методом биоимпедансо-/электросоматометрии (АПК InBody-370 и/или AccunIQ); данный метод также дает косвенное представление об энергопотреблении в состоянии покоя – ВОО (расчетный показатель)
5. характеристика интенсивности метаболизма в состоянии покоя и при физической активности (портативный анализатор непрямой калориметрии Cosmed K5).

Измерения по пп. 2-5 проводилось в двух точках – в первый и в последний дни пребывания на сборах. При необходимости (например, в случае выявления низкого значения показателя интегральной оценки функционального состояния) проводятся повторные обследования с последующим назначением корректирующих мероприятий.

Ведение спортсменами **дневников питания (пищевых дневников)** является действенным инструментом оценки потребления энергии

(Приложение А); их анализ позволяет определить пищевые предпочтения атлетов, их отношение к методам контроля массы тела (как в сторону ее снижения, так и повышения мышечной массы).

В пищевом дневнике отражаются все съеденные в течение суток продукты (в том числе относящиеся к категории специализированных, а также диетических добавок), указываются их энергетическая ценность и состав (как по макро-, так и микроэлементам). В дополнение к дневнику целесообразно использовать сетевые счетчики калорий.

К биохимическим критериям оценки состояния питания относят фракции белка плазмы крови: общий белок, альбумин, трансферрин, транстиретин (преальбумин), ретинолсвязывающий белок. Скорость снижения их концентрации в плазме при развитии белково-энергетической недостаточности и повышения эффективности обеспечения нутриентами и энергией определяются активностью пластической функции и периодом полураспада эндогенных белков (Таблица 1): чем выше темпы синтеза белка и меньше период его полувыведения, тем большей информативностью обладает его исследование для ранней диагностики нарушений питания.

Альбумин синтезируется печенью и имеет период полураспада около 20 дней. Это основной белок плазмы крови, однако большая часть альбуминового пула (60-70%) находится вне сосудов. Помимо поддержания онкотического давления альбумин связывает и инактивирует некоторые токсины, а также выполняет транспортную функцию, образуя временные комплексы с билирубином, желчными кислотами, кальцием, гормонами, витаминами, с лекарственными веществами. Уровень альбуминов снижается при функциональных нарушениях печени, протеинурии.

Для расчёта истинного дефицита альбумина (ДА) в организме может быть использована формула Hardin T.C. (1986):

$$\text{ДА (г)} = (35 - A) \times \text{ФМТ} \times 0,3,$$

где А – концентрация альбумина в плазме крови (г/л)

ФМТ – фактическая масса тела (кг).

При низком поступлении белка в организм происходит снижение скорости синтеза альбумина при одновременном увеличении времени его распада, а также перераспределение его из интерстициального пространства в сосудистое русло. В связи с этим динамика изменений содержания сывороточного альбумина недостаточно надёжна для быстрой оценки адекватности питания и мониторинга динамики его содержания. Тем не менее, определение содержания сывороточного альбумина необходимо для выявления первичной гипоальбуминемии, нарушения обмена белков.

Снижение уровня трансферрина плазмы крови (одного из бета-глобулинов), содержащегося исключительно в крови и имеющего гораздо меньший период полураспада (8 дней), предшествует падению содержания уровня альбумина и является более информативным признаком истощения пула белка. Уровень трансферрина (с учетом его критического значения – менее 1,75 г/л) расценивают как индикатор адекватности проводимой алиментации. Однако содержание трансферрина слишком зависимо от концентрации железа в плазме крови, а также функции печени и почек, в связи с чем значимость определения данного белка ограничена при железодефицитной анемии, вызывающей компенсаторное увеличение его концентрации в крови даже в условиях белкового дефицита.

Чувствительными индикаторами снижения поступления белка и энергии в организм являются уровень транстиретина (тироксинсвязывающего преальбумина) и ретинолсвязывающего белка, с периодами полураспада до 2 суток и до 12 часов, соответственно. Измерение уровня ретинолсвязывающего белка достаточно дорого и его концентрация в плазме очень зависима от состояния функции почек. Поэтому использование транстиретина, более чувствительного показателя в оценке быстрых изменений в питании, представляется наиболее приемлемым для оценки эффективности проведения лечебного питания, хотя и он также не является специфическим маркёром пищевого статуса, т.к. концентрация транстиретина связана с печёночной и почечной недостаточностью.

Таблица 1 - Белковые маркёры статуса питания.

Белки	Период полураспада, дни	Норма
Альбумин	20	35-50 г/л
Трансферрин	8	2,0-3,2 г/л
Трансиретин	2	0,18-0,24 г/л
Ретинолсвязывающий белок	0,5	30-60 мг/л

Для оценки эффективности программ нутритивно-метаболической поддержки по их влиянию на показатели различных видов обмена веществ – белкового, жирового, углеводного – обычно судят по параметрам биохимического спектра крови, сгруппированным в таблице 2.

Таблица 2 - Протокол лабораторного мониторинга нутритивно-метаболической поддержки (показатели и их интерпретация)

Параметр	Обоснование	Интерпретация
Концентрация натрия, калия, мочевины, креатинина	Оценки функции почек и жидкостного баланса	Нарушения водно-электролитного баланса и выделительной функции почек. В случаях не компенсированных значительных потерь жидкости и электролитов
Глюкоза сыворотки крови, мочи	Нарушение толерантности к глюкозе. Гипергликемия, гипогликемия.	Оценка состояния углеводного обмена. Адекватный контроль гликемии. Алиментарная недостаточность, стресс, травмы, токсикозы.
Содержание в крови пировиноградной (пируват) и молочной (лактат) кислоты. Соотношение лактат/пируват	Оценка процессов окисления глюкозы	Аэробный и анаэробный метаболизм. Гипоксия с преобладанием анаэробного гликолиза. Печеночная недостаточность. Дефицит тиамина. Тканевая гипоксия.
Суточная экскреция с мочой азота мочевины	Конечный продукт метаболизма белков в организме	Оценка потерь белка и эффективности восполнения белковых потерь
Магний, фосфаты	Истощение данных электролитов является общим признаком нарушения обмена микроэлементов	Низкие концентрации свидетельствуют о тяжелом состоянии и неблагоприятном прогнозе

Функциональные пробы печени (АсТ, АлТ, ЛДГ, ГГТП).	Входит в структуру патогенеза общих нарушений метаболизма	Показатели могут изменяться в связи с развитием питательной недостаточности, в связи с наличием других заболеваний желудочно-кишечного тракта
Триглицериды (ЛПНП и ЛПВП)	Входит в структуру метаболических расстройств	Высокий уровень может быть ассоциирован с гипергликемией, кардиальным риском или гипералиментацией
Кальций	Диагностика гипо- и гиперкальциемии	Для оценки эффективности в регуляции сердечной деятельности, свертывающей системы крови, нервной системы
Цинк, медь	При предполагаемых потерях и общем дефиците	Контроль острофазовых реакций и анаболических возможностей организма
Общий анализ крови с лейкоцитарной формулой.	Определение общего количество лейкоцитов, анемии, воспалительных реакций.	Препараты железа, иммунокоррекция
Железо, ферритин	Выявление дефицита железа при несбалансированном питании	Коррекция железосодержащими препаратами

Что касается ВРС, то именно ее анализ является одним из наиболее широко используемых инструментов оценки функционального состояния спортсменов в динамике проведения учебно-тренировочных сборов [более строгая трактовка предполагает возможность оценки переносимости предъявляемых нагрузок, т.е. их «физиологической стоимости» (или, по терминологии международного экспертного сообщества, – «внутренних нагрузок»/internal loads)], что предполагает возможность своевременной оптимизации и прогнозирования функциональных возможностей спортсменов.

В основу классификации оценки преобладающего типа регуляции сердечного ритма положена двухконтурная модель управления, предполагающая вычленение автономного и центрального контуров, что позволяет классифицировать четыре типа вегетативной регуляции: два с преобладанием центрального контура (умеренным – I тип, выраженным – II) и два – с преобладанием автономного контура регуляции (умеренным – III тип, выраженным – IV).

Критериями экспресс-оценки преобладающего типа вегетативной регуляции являются показатели SI (индекс напряжения регуляторных систем) и VLF (мощность сверхмедленных волн).

SI – отражает степень напряжения систем регуляции (преобладания активности центральных механизмов над автономными), а компонент VLF спектра характеризует активность симпатического отдела ВНС, а также отражает влияние надсегментарного уровня регуляции, психоэмоционального и функционального состояния коры головного мозга; кроме того, мощность сверхмедленного диапазона спектра может рассматриваться как индикатор управления процессами энергетического метаболизма и, следовательно, отражает состояние дефицита энергии. В норме этот показатель менее подвержен колебаниям по сравнению с другими составляющими спектра (HF и LF – мощность в диапазоне высоких и низких частот, соответственно). Умеренному преобладанию центрального контура регуляции (I тип) соответствуют значения $SI > 100$ усл. ед., $VLF > 240 \text{ мс}^2$, а выраженному (II тип) – $SI > 100$ усл. ед., $VLF < 240 \text{ мс}^2$; умеренное преобладание автономного контура (III тип) характеризуется $SI < 70$ усл. ед., $VLF > 240 \text{ мс}^2$, а выраженное (IV тип) – $SI < 20$ усл. ед., $VLF > 240 \text{ мс}^2$, $8000 \text{ мс}^2 < TP < 12000 \text{ мс}^2$ (мощность спектра).

При III типе регуляции, по сравнению с I и II, достоверно больше длительность R-R и разброс кардиоинтервалов (вариационный размах) – $MxDMn$, меньше – SI; умеренно выражена суммарная мощность спектра (TP) и его волновая структура (HF, LF, VLF, ULF – ультранизкочастотный диапазон), отмечено умеренное преобладание HF% над LF% (доли отдельных диапазонов в общем спектре), что свидетельствует об оптимальном взаимодействии между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы (ВНС) и центральными структурами регуляции сердечного ритма.

Подобное состояние ВРС (III тип) обычно трактуется в оценке адаптивных возможностей регуляторных функций организма как физиологическая норма.

В целом спортсменам, в контингенте которых чаще констатируется преобладание автономного контура (III тип), свойственны более высокие адаптивные возможности, нежели их сверстникам с преобладанием центрального контура регуляции (данная закономерность прослеживается вне связи с гендерной принадлежностью); спортсмены с III типом регуляции в основном характеризуются гипо- и эукинетическим типом кровообращения, а при I и II типы – гиперкинетическим.

Надо также отметить, что III тип регуляции ассоциируется с нормальным уровнем функционирования синусового узла, работа которого является отражением влияний регуляторных систем организма в ответ на изменения внешней и внутренней среды организма; из этого следует, что при III типе регуляции имеется готовая физиологическая «платформа» для занятий спортом.

При I и II типах регуляции по сравнению с III типом имеется низкий $MxDMn$, большие значения SI , малая мощность составляющих TP (HF , LF , VLF). При выраженном преобладании центрального контура регуляции, которым отличается II тип, в отличие от I, имеется более низкий диапазон значений $MxDMn$, TP , HF , LF и особенно VLF ($<240 \text{ мс}^2$), а также высокие показатели SI . Все это свидетельствует о включении в процесс управления центрального контура регуляции (I и II типы), что, в свою очередь, дестабилизирует управляемую систему (т.е. организм), особенно в случаях, когда выраженная активность центрального контура (II тип) полностью подавляет процессы саморегуляции. При этом нарастание численности спортсменов со II типом регуляции происходит по мере повышения их возраста.

Вышеизложенное согласуется с представлениями о генетической детерминированности I и III типов вегетативной регуляции, в то время как II и IV типы следует рассматривать как приобретенные. Данная позиция полностью коррелируется со сведениями о наиболее высокой распространенности в контингенте спортсменов, специализирующихся в

разных видах спорта часто, именно выраженного преобладания автономного (IV тип) или центрального (II тип) контуров регуляции.

Описанные типы регуляции разнятся не только по вегетативному балансу, но и по вегетативной реактивности организма, которую оценивают по ортостатическому тестированию (Приложение Б).

При анализе ВРС в горизонтальном положении (лежа на спине) определяется вегетативный баланс, а при переходе в вертикальное положение можно получить исчерпывающую оценку качества вегетативной реактивности, по которой можно судить о адаптивных возможностях организма спортсмена. Характер реакции на смену положения тела, в первую очередь, определяется преобладающим типом регуляции, а не видом спортивной деятельности. Оптимальный вариант реакции в ответ на ортостаз характерен в основном для III типа регуляции (умеренное повышение ЧСС и SI, снижение значений MxDMn, HF, HF%, LF, VLF и увеличение относительного показателя LF%). В случаях I и II вариантов возникающие реакции носят парадоксальный характер (повышение MxDMn, TP, LF, VLF вместо снижения; снижение SI вместо увеличения), а IV вариант соответствует гиперреакции. Неблагоприятные варианты реакции на ортостаз чаще выявляются при различных нарушениях вегетативного баланса, выраженном утомлении, перетренированности и донозологических состояниях. При этом важно обращать внимание на исходное значение VLF: чем ниже фоновое значение, тем выше напряжение регуляторных систем и более выражена парадоксальная вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие; чем более выражено напряжение центральных структур регуляции (II тип), тем больше при ортостазе увеличивается SI и показатели спектра LF и VLF волн.

В целом данные анализа ВРС у спортсменов с преобладанием автономного контура (III и IV типы регуляции) отражают иной характер вегетативной реакции на изменение положения тела, нежели при преобладании центрального контура (I и II типы): в ответ на ортостаз

уменьшаются временные показатели ВРС (R-R, MxDMn) и умеренно увеличивается SI, снижаются абсолютные показатели спектра ВРС HF, LF, VLF при увеличении относительных значений LF%, VLF%. Подобная реакция регуляторных систем на ортостатическое воздействие является оптимальной и свидетельствует о хороших функциональных и адаптивных возможностях организма. У спортсменов с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) вегетативная реактивность на ортостатическое воздействие более выражена; этот вариант реакции в основном характерен для тренированных спортсменов или перетренированных, но с иной трактовкой результата.

Методические указания

Измерение ВРС проводится в утренние часы (по возможности, после дня отдыха) до приема пищи и выполнения тренировочных нагрузок.

Особенно важно применение анализа ВРС при двукратных тренировках в течение дня.

Важно, что попытки усреднения показателей ВРС в контингенте обследуемых спортсменов с разными типами регуляции могут привести к ошибочной интерпретации полученных результатов.

Подходы к интерпретации данных

Обязательным условием для оценки ВРС при выраженном преобладании автономного контура регуляции является наличие синусового ритма.

При преобладании центрального контура (I и II типы регуляции) обеспечение оптимального уровня функционирования кардиоваскулярной системы предполагает меньшую эффективность, нежели при преобладании автономного контура регуляции (III и IV типы).

Наиболее благоприятным следует считать тап регуляции с умеренным преобладанием автономного контура (III тип), так как именно управляемая саморегуляция позволяет достичь оптимального состояния без перенапряжения системы; при этом резкое падение индекса напряжения

(SI<10 усл. ед.) и столь же значительное нарастание мощности спектра (TP) требует проведения серьезного анализа ЭКГ и консультации кардиолога.

Спортсменов с выраженным преобладанием центральной регуляции (II тип) целесообразно относить к «группе риска»; подобное состояние регуляторных систем может рассматриваться как маркер донозологических состояний, переутомления и перенапряжения. В свою очередь, развитие перечисленных состояний и пролонгированные стрессовые ситуации в некоторых случаях могут способствовать изменению типа регуляции.

Выраженное преобладание автономного контура (IV тип регуляции) чаще встречается у юных спортсменов при форсированных физических нагрузках, а увеличение R-R и разброса кардиоинтервалов (MxDMn), резкое снижение SI и наряду с этим существенное увеличение значений TP, HF, LF, VLF, HF% и ULF указывают на глубокое утомление.

При интерпретации спектральных показателей ВРС должна быть учтена и высокая вероятность выявления при выраженном преобладании автономного контура регуляции (IV тип) различных аритмий, в частности, многофокусного ритма, синдрома слабости синусового узла.

Выраженное преобладание автономного контура (IV тип) отражает ускоренном, нерациональный (ускоренный) путь адаптации сердца и даже его перенапряжение у юных спортсменов, а выраженная брадикардия и повышенный тонус блуждающего нерва, способные развиваться как следствие продолжительного поддержания хорошей физической формы, могут повысить риск внезапной смерти в состоянии покоя, в основном сразу после завершения тренировки. Поэтому стойкий характер выраженного преобладания автономного контура регуляции (IV тип) может рассматриваться как патологический феномен и, кроме того, может быть ассоциирован с различными нарушениями сердечного ритма, выявляемыми при визуальной оценке кардиоритмограммы и скаттерограммы ВРС и ЭКГ.

Следовательно, определение преобладающего типа регуляции позволяет прогнозировать адаптивные возможности организма, а это в свою очередь,

предоставляет возможность перехода на уровень управления функциональной подготовленностью спортсмена.

Данные серийного анализа ВРС показывает, что регуляторные системы спортсменов под влиянием систематических оптимальных физических нагрузок способны к совершенствованию, чрезмерные нагрузки ведут к «поломкам» в системе управления и переходу с благоприятного типа регуляции на дисрегуляторный.

Реализуемый в динамике экспресс-анализ данных ежедневной предтренировочной оценки ВРС дает важную информацию о восстановлении организма, тем самым оптимизируя управление тренировочным процессом (в том числе за счет его своевременной корректировки).

Биоимпедансо-/электросоматометрия является наиболее распространенным способом определения композиционного состава тела [существенным ограничением для калиперметрии является ее ориентированность лишь на оценку в динамике наблюдений выраженности подкожного жира (по толщине кожной складки), при полном отсутствии информации о другом лабильном компоненте состава тела – состоянии мышечной ткани, а также о характере гидратации организма и, кстати, о количестве висцерального жира)].

Исследования необходимо проводить по методикам, рекомендованным производителями аппаратуры, с использованием анализаторов InBody (с индексом не ниже 370) или AccunIQ. Возможно также применение «ABC-01 МЕДАСС».

Основанный на различии электрических свойств биологических тканей электросоматометрический метод позволяет по измеренному импедансу (электрическому сопротивлению) в течение 5-10 мин дать количественную оценку компонентов состава тела. Особо следует отметить неинвазивность, комфортность исследования для пациента; безопасность исследования для здоровья испытуемых достигается использованием переменного тока низкой

амплитуды и высокой частоты – все это позволяет проводить многократную оценку компонентов тела, как в процессе восстановления после травм и заболеваний, патологических последствий утомления (синдром перетренированности), так и для оценки эффектов нутритивно-метаболической поддержки.

Биомпедансометрия позволяет анализировать состав тела по следующим показателям:

- жировая масса тела (кг, % от массы тела);
- тощая масса тела (кг, % от массы тела);
- активная клеточная масса (кг, % от тощей массы тела);
- количество жидкости (кг) и ее распределение (сегментарный анализ).

По точности получаемых результатов биоимпедансометрия близка к рентгеновской денситометрии. Измерения жировой массы тела двумя вышеупомянутыми методами дают сопоставимые результаты – коэффициент корреляции варьируется в диапазоне от 0,99 до 0,84 (при $p < 0,05$), в зависимости от индекса массы тела пациента.

Методические указания

Электросоматометрическая диагностика осуществляется в утренние часы, натощак, т.е. после периода 8-9 часового ночного голодания и не ранее, чем через 12 часов после вечерней тренировки; кроме того, накануне исследования следует избегать потребления чая и кофе. Не менее, чем за полчаса до исследования необходимо опорожнить мочевой пузырь, перед процедурой тестирования надо снять металлические украшения и часы. Измерения проводятся в легкой одежде.

Точность методики может снижаться в связи с наличием имплантированных металлических конструкций и использованием средств кремов в местах прилегания электродов к коже. Противопоказаниями к биоимпедансометрии являются: установленный кардиостимулятор или иные устройства, работающие от электрических элементов питания, а также беременность.

Результаты тестирования, проводимого на анализаторах композиционного состава тела InBody (с индексами 370-770) и AccunIQ в вертикальном положении, чрезвычайно близки (и по числовым значениям, и по направленности изменений в динамике); при этом они не могут подлежать сопоставлению с данными, полученными на аппарате Медасс, обследование на котором проводится исключительно в горизонтальном положении (корректными могут быть признаны лишь сравнения с результатами аппарата InBody s10, также предполагающего осуществление диагностической процедуры в положении лежа на спине).

Подходы к интерпретации данных

По результатам биоимпедансного исследования можно получить до 80 показателей (Приложение В), основными из которых, т.е. приемлемыми для динамического наблюдения, признаются безжировая масса (FFM), процент жировой ткани, клеточная масса, фазовый угол. Надо отметить, что в контингенте спортсменов индекс массы тела (ИМТ), показатель, рассматриваемый Всемирной Организацией Здравоохранения, как критерий нарушений питания (как в сторону гипотрофии, так и прогрессивного ожирения), продемонстрировал достаточно низкую значимость; так, ИМТ у спортсменов с атлетическим типом телосложения, т.е. со значительной мышечной массой и низким процентом жира (15-20%), нередко может превышать значение $33,5 \text{ кг/м}^2$, что соответствует ожирению первой степени.

Фазовый угол отражает отношение процента жировой ткани к активной клеточной массе и может давать информацию о скорости метаболических реакций в организме спортсмена и уровне его общей работоспособности. Снижение фазового угла может отражать отсутствие тренировочной активности, либо опосредованно может демонстрировать преобладание катаболических процессов в мышечной ткани.

Контролируя показатели электросоматометрического анализа, можно отслеживать и прогнозировать, а значит и своевременно корректировать, разнообразные сдвиги, возникающие в результате избыточных

тренировочных нагрузок; кроме того, учет особенностей процессов мышечного катаболизма позволяет отслеживать по динамике лабильных компонентов стадии развития перетренированности. Благодаря возможностям мультимастотной спектрометрии стало рутинным проведение сегментарного анализа состава тела, интерпретация показателей которого является наглядным способом изучения распределения компонентного состава тела в ассиметричных видах спорта, а именно: гомолатерального преобладания в распределении мышечной массы и нагрузок.

5.4.2. Методология оценки затрат энергии в ходе учебно-тренировочных сборов

Определение величины энергетических потерь проводят либо по расчетным формулам, либо в ходе аппаратных измерений.

Среди расчетных способов все большую популярность обретает использование сетевого калькулятора дневного расхода энергии – TDEE, производящего on-line вычисления на основе определения ВОО по формуле Katch-McArdle, которая построена с учетом не только основных паспортных (пол/возраст) и антропометрических (длина/масса тела) характеристик, но и процентного содержания жира [это выгодно отличает ее от формул Харриса-Бенедикта (Harris-Benedict) и Миффлина-Сан Жеора (Mifflin-St. Jeor), т.к. позволяет в большей степени индивидуализировать процесс расчета].

Среди аппаратных техник определения затрат энергии наиболее распространена непрямая калориметрия (респираторный метод), однако более надежной принято считать воздушную плетизмографию (air-displacement plethysmography); однако в контексте формирования инструментария, значимого для применения в практике спорта, каких-либо перспектив последняя не имеет, т.к. исследование проводится в специальной герметичной камере при постоянной температуре. В то же время непрямая калориметрия может быть реализована не только в условиях испытательного стенда (в

специализированных лечебных учреждениях – центрах спортивной медицины, врачебно-физкультурных диспансерах) в виде эргоспирометрии, но и в «полевых» условиях (на базах спортивной подготовки), в частности при выполнении специфических тестовых упражнений или в ходе реальных тренировочных сессий при использовании мобильных метаболографов [в настоящее время используется аппаратура четвертой генерации (с обязательным наличием двух детекторов – кислорода и углекислого газа)].

Упомянутая ранее биоимпедансо-/электросоматометрия, применительно к проблематике оценки ВОО, занимает некое промежуточное положение: полученные в ходе измерений фактические значения сопротивления и данные спектрального анализа частотных характеристик позволяют рассчитать и уровень расхода энергии в состоянии покоя.

5.4.2.1. Аппаратное обеспечение непрямой калориметрии (мобильные/носимые метаболографы)

Непрямая калориметрия – это вычисление расхода энергии на основании измеренных величин потребления кислорода и продукции двуокси углерода, которые преобразуются в энергозатраты в килокалориях в сутки по уравнению:

$$\text{TDEE (кКал/сутки)} = 3,941 \times \text{VO}_2 + 1,106 \times \text{VCO}_2 - 2,17 \times \text{экскреция азота с мочой}$$

где: экскреция азота с мочой (г/сутки) = мочевины мочи (ммоль/л) $\times$ суточный диурез (л) $\times$ 0,033.

Суть метода непрямой калориметрии сводится к расчету респираторного коэффициента [RQ (отношение выделенной углекислоты к потребленному организмом кислороду за единицу времени, т.е. VCO_2/VO_2)] – величины, характеризующей процессы окисления энергетических субстратов (белков, жиров, углеводов) в организме (Таблица 3).

Таблица 3 -Значения респираторного коэффициента (RQ)

Более 1,0	Преобладает липогенез
1,0	Утилизация углеводов

0,74-0,85	Утилизация углеводов и жиров
0,7	Утилизация жиров

Надо отметить, что организация количественного биохимического исследования экскреторной функции почек, требуемого для реализации анализа макроэргических соединений, во время учебно-тренировочных сборов крайне проблематична, что на определенном этапе существенно ограничивало возможность проведения непрямой калориметрии в «полевых» условиях, т.е. на базах спортивной подготовки. Однако применение оригинальных алгоритмов математической обработки информационного массива позволило разработать методологию автоматизированного анализа качественного состава утилизируемых в энергетическом обмене макроэлементов – белков, жиров и углеводов.

В целом по результатам исследования определяется до 1000 и более дискретных значений, которые могут быть усреднены по устанавливаемым временным интервалам.

В проведенном в рамках НИР «Метаболограф-20» анализе приоритетными, помимо уже упоминавшихся ранее RQ , VO_2 , VCO_2 и RMR , рассматривались следующие параметры: VO_2/kg – потребление кислорода на 1 кг массы тела испытуемого, $METS$ – метаболический эквивалент, ЧСС – частота сердечных сокращений; кроме того, в разработку были взяты показатели потребления белка, жиров и углеводов – $FAT\%$, $PRO\%$ и $CHO\%$, соответственно, которые рассчитываются в автоматическом режиме по субстратам выдыхаемого воздуха.

В комплект аппарата (Рисунок 1), наряду с многочисленными приспособлениями, обеспечивающими его функционирование, в т.ч. газовыми баллонами для калибровки и переходниками, входит маска со специальными клапанами и измерительный блок, выполненный в едином корпусе, который имеет незначительную массу (менее 800 г с батареей) и прост в управлении. Аппарат соответствует стандарту IP66, корпус обеспечивает защиту от воды и

пыли. Дисплей 3.5” с резистивным тач-скрин LCD (реагирует на нажатие влажными руками и руками в перчатках). Li-ion “смарт” батарея (с микропроцессором); ее емкость обеспечивает непрерывную работу в течение 4 часов, при этом статус зарядки отображается на дисплее.



Рисунок 1. – Метаболограф Cosmed K5

Диагностическая система Cosmed K5 способна регистрировать показатели метаболизма спортсменов в покое (Рисунки 2 и 4-6), в процессе реализации двигательной активности, как не связанной (NEAT), так и связанной с интенсивными тренировочными или имитирующими соревновательные нагрузки сессиями. Использование указанного оборудования в ходе выполнения спортивной деятельности обеспечивается за счет его портативности и возможности надежной, но в то же самое время не препятствующей движениям фиксации на теле спортсмена, благодаря чему современные мобильные метаболографы стали адекватны задачам проведения оценки не только общей, но и специальной работоспособности (т.е. в ходе выполнения тестирующих упражнений, максимально соответствующих специфическим для конкретной спортивной дисциплины); иными словами: аппаратная диагностика обмена энергии может проводиться как в условиях лечебно-профилактического учреждения, так и в «полевых» условиях.

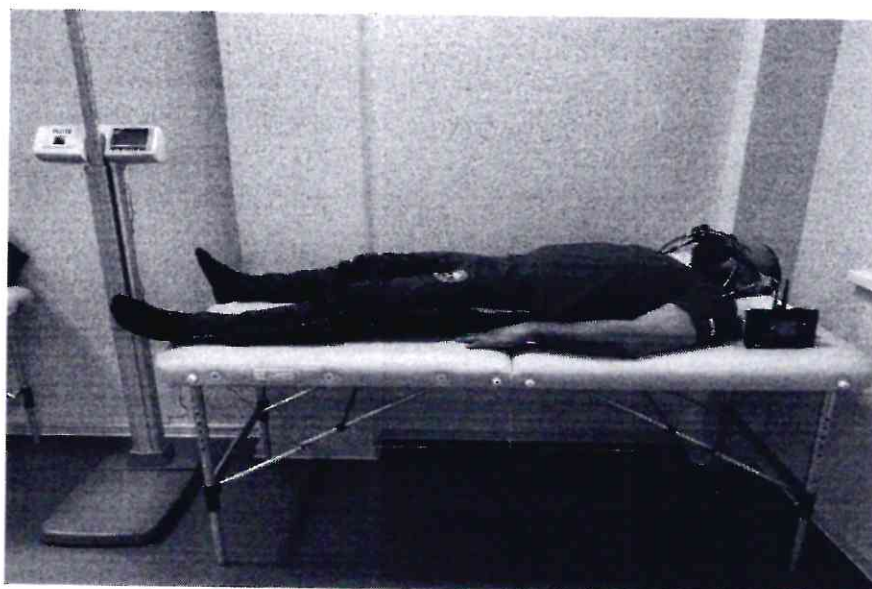


Рисунок 2– Измерение метаболизма в покое

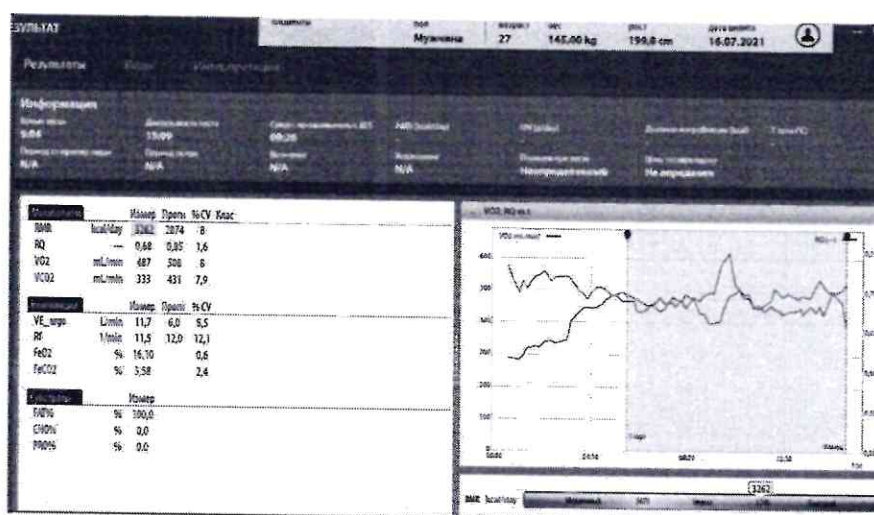


Рисунок 3. – Пример регистрации показателей в состоянии покоя

Эксплуатационные особенности анализатора Cosmed K5.

Воспроизводимость получаемых данных обеспечивается регулярной калибровкой аппарата, которая проводится в специализированном режиме с соблюдением последовательности определенных этапов, требуемых временных интервалов и программных требований. Также данный метаболограф требует двукратного технического обслуживания в специализированной организации, что обусловлено установленными сроками эксплуатации кислородного и углекислотного датчиков - 6 месяцев.

Особые условия, требуемые для обеспечения безопасной эксплуатации метабологафа в условиях повышенных эпидемических рисков отражены в Приложении Д.

Методические указания

Исследование до и непосредственно после приема пищи проводится в горизонтальном положении (лежа на спине). Процедуре, реализуемой натошак, предшествует 10-минутный период отдыха, во время которого осуществляется калибровка оборудования, после чего на спортсмена надевается подобранная по размеру маска. Запись осуществляется в течение 11-20 минут, вплоть до момента достижения усредненного показателя RMR.

Исследование во время тренировки проводится по заранее составленной совместно с тренером и его подопечным программе, в которой отражена конкретная тренировочная площадка (тренажерный зал, легкоатлетический манеж, стадион и т.д.); должны быть также определены направленность, интенсивность и время работы на ее различных уровнях. Способ крепления устройства должен быть опробован заблаговременно – фиксирующее приспособление не должно препятствовать полноценному выполнению серии избранных упражнений (это может существенно затруднить воспроизводимость тестирующих движений и тем самым исказить информацию об энергетическом обеспечении выполняемых технических действий. Калибровка оборудования должна быть осуществлена в месте проведения тестирования, непосредственно перед исследованием, что необходимо для соблюдения сходных условий проводимого тестирования – температурного режима, влажности воздуха и атмосферного давления.

5.4.2.2. Пути повышения эффективности применения используемой аппаратуры

Каждой спортивной дисциплине присущи определенные двигательные акты (упражнения), в максимальной степени отражающие сущность соревновательного процесса; это так называемые специфичные (или специфические) упражнения, которые тождественны соревновательным не только по характеру проявляемых возможностей, но и по переносимости предъявляемых нагрузок. При главенствовании в организации тренировочного процесса принципа периодизации в определенных моменты подготовительного периода годичного цикла доля таких упражнений может достигать 80-90% выполняемой за одну тренировочную сессию работы, а на долю неспецифических (общеразвивающих), соответственно, – лишь 10-20% (на начальных этапах – втягивающих, а затем базовых нагрузок, распределение, как правило обратное); если же в подготовке спортсмена построена основана на блоковой системе Верхошанского или концепции блоковой периодизации Иссурина, то приоритет отдается исключительно специфическим упражнениям, выполняемым с различной интенсивностью.

Именно поэтому изучение специальной работоспособности рассматривается как краеугольный камень спортивной физиологии. И внедрение в практику спорта (и в его педагогическую, и медицинскую составляющие) мобильных (носимых) метаболографов позволяет получать объективную информацию о переносимости специфических нагрузок предельной интенсивности.

Выбор наиболее специфичных (и в то же время адекватных для проведения измерений) тестирующих упражнений – это результат полноценного взаимодействия врача, тренера и самого спортсмена. Конструктивные особенности современной диагностической аппаратуры, в данном случае – портативного метаболографа Cosmed K5, прежде всего, системы его фиксации на теле испытуемого, в сочетании с высокой надежностью прибора и информативностью позволяют использовать данный

мобильный прибор для тестирования не только на испытательных стендах (в клинических условиях), но и в условиях реальной тренировочной деятельности (на базах спортивной подготовки).

Проведение столь высокотехнологичного обследования в ходе выполнения упражнений, входящих в программу тренировочной сессии, обладает неоценимым преимуществом, а именно: позволяет отказаться от дополнительных нагрузок высокой интенсивности. Это значит, что тестирование с оценкой основных характеристик как аэробного, так и анаэробного пути обеспечения энергией двигательной активности может проводиться в оптимальном динамическом режиме.

Суммируя вышеизложенное, становится возможным определить основной вектор повышения эффективности использования носимых аппаратов непрямой калориметрии – оптимизация протоколов обследования, что предполагает:

- выбор оптимальной модели тестирования и адекватных ей упражнений, в максимальной степени отражающих специфику профилируемой спортивной дисциплины
- адаптация системы крепления (фиксирующей системы) характеру используемых упражнений (совместная работа с тренерским штабом)
- формирование протокола обследования (интенсивность, продолжительность нагрузки на каждом из уровней энергетического обеспечения)
- учет результатов анализа изменений параметров энергетического метаболизма в динамике.

Направленности большинства видов спорта и составляющих их спортивных дисциплин (включая, прежде всего, циклические и игровые, требующие преимущественного развития различных свойств качества выносливости) соответствуют тестирующие упражнения с элементами высокоинтенсивной интервальной тренировки – High-intensity interval training (НИИТ), в том числе протокол Табаты (Tabata's protocol) [надо отметить, что

данный протокол может быть также направлен на развитие анаэробной мощности (до 28%) и повышение значений максимального повышения кислорода (до 14%)]. Протокол Табаты предполагает 8 предельных по интенсивности 20-секундных сетов (с максимально возможным количеством повторов выполняемого движения), сменяющихся 10-секундными фазами значительного ее снижения; в качестве упражнений предпочтение следует отдавать тем из них, которые направлены на рекрутирование значительного числа мышечных волокон задействованных мышц (одним из наиболее востребованных вариантов является велоэргометрия).

Второй приемлемый вариант реализации тестирующих упражнений – нагрузочные пробы в околопредельной зоне. В ходе НИР «Экспресс-18» нами были установлены определенные закономерности, учет которых позволяет определять оптимальные параметры тестирующих нагрузок (как по интенсивности, так и по экспозиции), с высокой степенью вероятности индуцирующих выраженные нейроэндокринные сдвиги.

Методические указания

Упражнения должны выполняться в пульсовом режиме (ЧСС ПАНО + 10%), продолжительностью 5-10 минут (с момента достижения целевого значения пульса): 5-6 мин – при условии специфической направленности тестирующих движений, 10 мин – при отсутствии в них специфического компонента.

При использовании в ходе тестирования мобильных метабографов пульс порога анаэробного обмена следует определять экспериментальным путем в ходе повышения интенсивности нагрузки; в остальных случаях допустимо ориентироваться на данные предшествующих УМО или этапных обследований.

Фиксирующая система метаболографа позволяет использовать его в разнообразных тестирующих движениях (Рисунки 4-6), но с определенными ограничениями. Например, в толкании ядра (одной из скоростно-силовых дисциплин легкой атлетики) ремни при всех возможных вариантах крепления

препятствуют реализации максимально интенсивных движений (Рисунок 7), и, кроме того, аппарат, обладая определенной (пусть и незначительной – 800г) массой, способствует непрогнозируемому изменению динамического пострального стереотипа, что не позволяет стандартизировать процесс обследования, что, как уже было отмечено ранее, может привести к искаженной интерпретации данных.

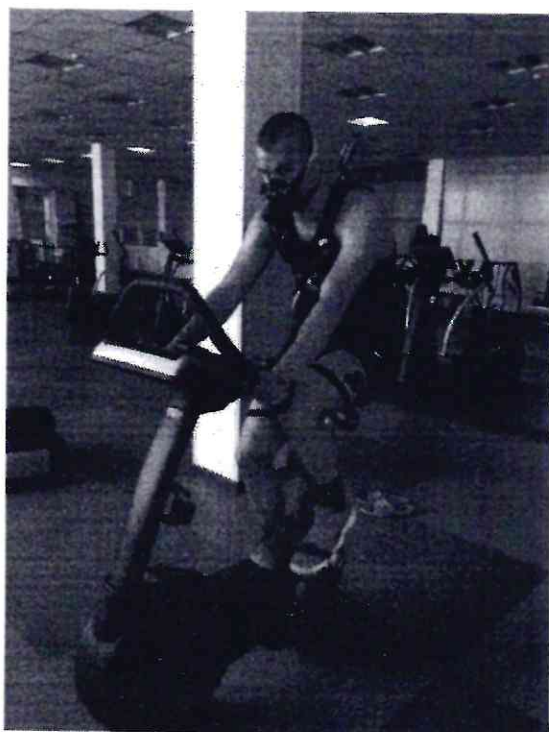


Рисунок 4 - Баскетбол (Тест Табаты)



Рисунок 5 - Метание молота

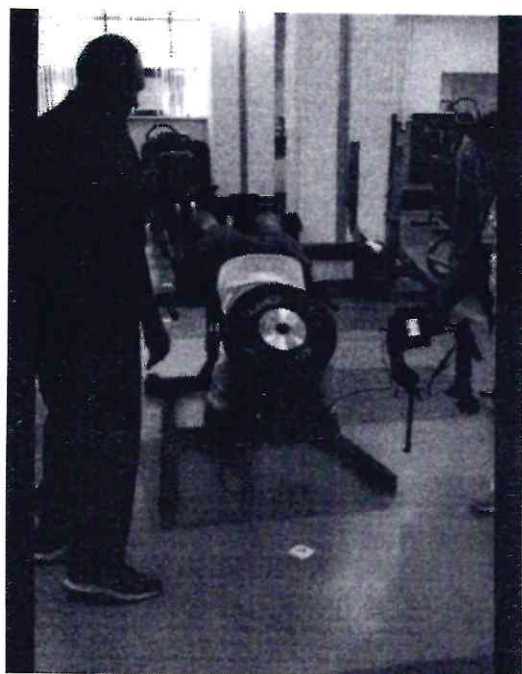


Рисунок 6 - Метание молота



Рисунок 7 – Толкание ядра

Анализ полученной в ходе повторных измерений информации позволяют констатировать сходную направленность изменений композиционного состава тела и результатов оценки параметров энергетического метаболизма в динамике. При этом биоимпедансо-/электросоматометрия в более сжатые сроки реагирует на развитие феномена адаптивной терморедукции, индуцированного низким потреблением энергии (при ЕА менее 30 ккал на кг безжировой массы): дефицит поступающей с пищей энергии проявляется снижением значений BOO/RMR [феномен адаптивного термогенеза, сопутствующий избыточным по энергетической ценности рационам (ЕА более 45 ккал на кг безжировой массы), в большинстве случаев возникает отсроченно – в сроки не менее 2-3 недель]]. В свою очередь, непрямая калориметрия, отражает неоптимальный путь ресинтеза энергии в первые 2 часа постнагрузочного восстановления – устойчивое преобладание утилизации углеводов (близкие к единице значения RQ без тенденции к снижению; оптимальным является постепенное смещение пока показателя в нижний сегмент диапазона 0,74-0,9).

Методические указания

Оценку значений BOO/RMR , расчет которых выполняется в автоматическом режиме электросоматометрическими комплексами, целесообразно проводить в день приезда на учебно-тренировочные сборы и в середине каждого микроцикла, что позволит своевременно выявить развитие адаптивной терморедукции (снижение теплопродукции) на фоне применения низкокалорийных рационов и, соответственно, продумать дальнейшую стратегию питания с особым вниманием к определению значений ЕА.

Периодичность оценки методом биоимпедансо-/электросоматометрии BOO/RMR для выявления адаптивного термогенеза (повышения теплопродукции) на фоне применения гиперкалорийных рационов в скоростно-силовых видах спорта – в начале этапа втягивающих нагрузок и далее в конце каждого из последующих мезоциклов.

Контроль варианта использования макроэнергетических соединений в постнагрузочном ресинтезе мышечного гликогена для оптимизации программ нутритивно-метаболической поддержки (с учетом энергетической ценности рациона) целесообразно проводить в начале этапа втягивающих нагрузок и далее в середине каждого из последующих мезоциклов.

Соотношение фактических (измеренных методом непрямой калориметрии – мобильный метаболограф Cosmed K5) затрат энергии, не связанных с обеспечением спортивной деятельности (BOO/RMR), и энергетической ценности суточного рациона в различных видах спорта отражено в приложении Г.

6. Практические подходы к построению программ нутритивно-метаболической поддержки спортсменов в условиях учебно-тренировочных сборов

6.1. Нутритивно-метаболическая поддержка как компонент периодизации годичного цикла подготовки

Формирование программ нутритивно-метаболической поддержки (и, при необходимости, фармакологического обеспечения) следует проводить с учетом вида спорта (спортивной дисциплины), периода годичного цикла подготовки и составляющих его этапов (подготовительного периода, включающего этапы втягивающих нагрузок, базовой подготовки и контрольно-подготовительный этап; соревновательного периода, в том числе этапов непосредственной подготовки к соревнованиям и подводки; переходного/восстановительного периода), а также квалификации, индивидуальных особенностей, климатогеографических условий проведения учебно-тренировочных сборов и соревнований. Большое значение имеет и количество тренировочных занятий в течение дня.

Подготовительный период.

Подготовительный период годичного цикла характеризуется значительными объемами и различной (в целом нарастающей) интенсивностью тренировочных нагрузок. В нем концентрируется основная работа по повышению функциональных возможностей систем организма, задействованных в реализации спортивной деятельности, а также по совершенствованию физической, технико-тактической и психической подготовленности. Основной задачей нутритивного и отчасти фармакологического сопровождения в подготовительном периоде является: обеспечение переносимости интенсивных физических и психоэмоциональных нагрузок, выведение на максимальные уровни общей и специальной работоспособности, снижение воздействия неблагоприятных факторов

тренировочного процесса на органы системы; создание оптимального композиционного состава тела, способствующего повышению и поддержанию спортивной результативности.

6.1.1. Предсоревновательные этапы (непосредственной подготовки к соревнованиям и подводки/tapering).

Предсоревновательная подготовка ориентирована на становление спортивной формы за счет устранения влияний отдельных рисков, реализовавших свое негативное влияние, и совершенствования технических возможностей спортсмена. Характерной особенностью тренировочного процесса в этом периоде является широкое применение соревновательных и специальных подготовительных упражнений, в максимальной степени имитирующих соревновательные (моделирование режима предстоящего состязания); особое место занимает также целенаправленная психическая и тактическая подготовка. Общая тенденция динамики нагрузок в этом периоде характеризуется, как правило, постепенным снижением суммарного объема и объема интенсивных средств тренировки перед соревнованиями.

Эти этапы отличаются значительным сужением перечня применяемых фармакологических препаратов, а также снижением количеств потребляемых минерально-витаминных комплексов. За 5-7 дней до соревнований должны быть отменены препараты метаболического действия типа карнитина); в то же время за 8-10 дней до старта рекомендуется прием адаптогенов и макроэргических препаратов (креатин и др.); если адаптогены способствуют повышению эффективности процессов адаптации к изменяющимся внешним условиям (трафик в иные климатогеографические зоны) и оптимизации процессов постнагрузочного восстановления, то энергетические субстраты позволяют создать соответствующие депо и способствуют повышению сократительной способности мышц.

Целесообразным считается также применение иммуотропных препаратов.

Направленность диеты в этот период подготовки – преимущественно углеводная, с возможным включение фруктозосодержащих продуктов специализированного питания.

Для обеспечения адекватного адаптационного ответа организма на специфические тренировочные стимулы (т.е. для обеспечения целевого уровня протеинового синтеза, в т.ч. для восстановления поврежденных мышечных волокон) необходимо потребление высококачественного белка (с высоким содержанием лейцина) в течение 24-часового периода после ключевых тренировок и предварительных соревновательных сессий. Наиболее выраженного эффекта можно добиться при потреблении богатых быстроусвояемым белком продуктов в количестве, эквивалентном $\sim 0,3\text{--}0,4$ г/кг массы тела, при 4-5-кратном приеме пищи и при оптимальной величине доступной энергии, или при потреблении $0,4\text{--}0,5$ г/кг в случае смешанного питания, замедляющего кинетику переваривания/всасывания белка, а также при развитии ситуации по сценарию дефицита энергии/потери массы тела, что подавляет показатели синтеза.

Суточное потребление белка с пищей – $1,3\text{--}1,7$ г/кг адекватно для поддержания оптимального композиционного состава тела и для достижения эффективной адаптации.

Для увеличения мышечной массы показаны упражнения с отягощениями и дополнительное применение белковых добавок до достижения уровня потребления в $1,6\text{--}2,4$ г/кг (с обязательным приемом после завершения нагрузочных сессий).

6.1.2. Варианты программ нутритивно-метаболической поддержки

В циклических видах спорта пища должна быть высококалорийной, но при этом объем ее не должен быть значительным, что может быть достигнуто дробным питанием (оптимальная кратность – 5 раз в день). Целесообразно свести к минимуму потребление жареных блюд, пряностей и копченостей (для

снижения нагрузки на детоксицирующую функцию печени, что особенно важно при объемных физических нагрузках). Показан нежирный творог, овсяная каша с различными наполнителями, например, сухофруктами (курагой, изюмом, содержащими большие количества калия, необходимого для повышения эффективности миокарда). Показан мед (или апифитопродукты) с различными орехами, черная смородина, красный сладкий перец.

В индивидуальном режиме показано потребление белковых, белково-минеральных, белково-углеводных продуктов (ППБЦ/СППС); целесообразно использование витаминно-минеральных комплексов – по показаниям, а также креатина.

Программы нутритивно-метаболической поддержки для каждого спортсмена необходимо составлять на основе принципов рационального питания, предложенных ВОЗ [прежде всего, это – соответствие энергетической ценности потребляемой пищи текущему уровню затрат энергии и полноценность состава пищи как по макроэлементам (основным питательным веществам – белкам, жирам, углеводам), так и по микроэлементам]; как уже было отмечено ранее, рационы строятся с учетом специфики профилируемого вида спорта и составляющих его спортивных дисциплин, а также этапа подготовки, характера тренировочных и соревновательных нагрузок и, что очень важно, индивидуальных особенностей. При этом необходимо учитывать как полезные, так и отрицательные свойства продуктов и пищевых веществ. В процесс реализации программ нутритивно-метаболической поддержки необходим контроль системы гормональной регуляции обмена веществ, что имеет существенное значение, как для прогнозирования динамики функционального состояния, так и для проведения (в случае необходимости) коррекции работоспособности фармакологическими препаратами.

Следует помнить, что суммарные затраты энергии при занятиях циклическими видами спорта существенно выше, чем в других его видах: в ходе тренировочных занятий потери энергии могут достигать 4500-5000 кКал,

а в дни соревнований (особенно, многодневных или длительных) – до 7000 кКал, в связи с чем рекомендуется увеличение кратности приемов пищи, богатой животными белками – их суточное потребление, например, среди стайеров должно составлять 2,0-2,8 г на кг массы тела спортсмена [для сравнения: представители скоростно-силовых видов спорта (в том числе спринтеры) потребляют 2,4-2,5 г на кг массы тела спортсменов]. Высокий уровень энергетических затрат на интенсивную мышечную деятельность предполагает и повышенное насыщение рационов минеральными веществами (фосфором, кальцием, магнием и железом) и витаминами (С, А, Е, группы В).

Модифицируемые (с учетом индивидуальных характеристик спортсмена и задач текущих этапов) варианты программы нутритивно-метаболической поддержки в подготовительном периоде и на этапах предсоревновательной подготовки (непосредственной подготовки к соревнованиям и подводки/tapering) отражены в Таблицах 3 и 4.

Таблица 4 - Программа нутритивно-метаболической поддержки на этапах подготовительного периода

Специализированные продукты питания, БАД	Тренировочный режим		
	1 тренировка в день	2 тренировки в день	день отдыха
Аминокислотный комплекс	6-7 г до тренировки 6-7 г после тренировки	6-7 г после 2-ой тренировки	—
ВСАА	1 г до тренировки 3-3,5 г после – тренировки	1 г до тренировки 1,5-2 г после каждой тренировки	—
Белково-углеводный коктейль	90 г в течение 30 мин. после тренировки.	90 г в течение 30 мин. после 2-ой тренировки	—
Изотонический напиток	600-1200 мл в течение тренировки	600-1200 мл в течение каждой тренировки	—
Пред тренировочный комплекс	6,5 г за 30 мин. до тренировки	6,5 г за 30 мин. до тренировки	—
L-карнитин	500 мг за 1 час до тренировки	по 350 мг за 1 час до каждой тренировки	500 мг в течение дня

Противоанемический комплекс	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 15 мг железа)	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 20 мг железа)	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 10 мг железа)
Полиненасыщенные жирные кислоты	1-1,5 г омега-3 жирных кислот во время приема пищи	1-1,5 г омега-3 жирных кислот во время приема пищи	1-1,5 г омега-3 жирных кислот во время приема пищи
ZMA	3 капсулы – мужчины, 2-женщины перед сном	3 капсулы – мужчины, 2-женщины перед сном	3 капсулы – мужчины, 2 – женщины перед сном
Вещества для улучшения микроциркуляции	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке	–
Энергетический батончик	1-2 батончика между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	2 батончика между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	–
Батончик с карнитином	1 батончик между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	2 батончика между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	–

6.2. Программа предсоревновательной нутритивно-метаболической поддержки

Таблица 5 - Программа предсоревновательной нутритивно-метаболической поддержки

Специализированные продукты питания, БАД	Тренировочный режим		
	1 тренировка в день	2 тренировки в день	1 тренировка в день
Аминокислотный комплекс	3-4 г до тренировки 3-4 г после тренировки	6-7 г после 2-ой тренировки	—
ВСАА	1 г до тренировки 3-3,5 г после тренировки	1 г до тренировки 1,5-2 г после каждой тренировки	—
Белково-углеводный коктейль	90 г в течение 30 мин. после тренировки.	90 г в течение 30 мин. после 2-ой тренировки	—
Изотонический напиток	600-1200 мл в течение тренировки	По 600-1200 мл в течение тренировок	—
Предтренировочный комплекс	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке	—
L-карнитин	750 мг за 1 час до тренировки	по 300-400 мг за 1 час до каждой тренировки	—
Противоанемический комплекс	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 15 мг железа)	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 20 мг железа)	Согласно рекомендациям на упаковке (не менее 10 мг железа)
Полиненасыщенные жирные кислоты	1-1,5 г омега-3 жирных кислот во время приема пищи	1-1,5 г омега-3 жирных кислот во время приема пищи	1-1,5 г. омега-3 жирных кислот во время приема пищи
Витаминно-минеральный комплекс	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке
Экдистерон	по 15 мг 2 раза в день во время приема пищи (последний прием за 3-4 часа до сна)	по 15 мг 2 раза в день во время приема пищи (последний прием за 3-4 часа до сна)	по 10 мг. 2 раза в день во время приема пищи (последний прием за 3-4 часа до сна)
Вещества для улучшения микроциркуляции	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке	—
Антистресс	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке	Согласно рекомендациям на упаковке
Батончик с карнитином	1 батончик между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	2 батончика между приемами пищи, с 200-300 мл жидкости	—

6.2.1. Составляющие плана питания

Методические указания

Соблюдение регулярности в приемах пищи (завтрак, обед, ужин, перекусы между ними), недопущение выпадения любого из них.

Включение в каждый прием пищи продуктов из цельнозерновых злаков (источник углеводов), нежирного мяса и морепродуктов (источник качественного белка), а также фруктов и овощей с пониженным содержанием крахмала.

Обеспечение адекватного фазе (этапу/мезоциклу) подготовительного периода поступления углеводов: 5-7 г/кг массы тела в сутки – при проведении тренировок низкой и средней интенсивности, 7-12 г/кг – в ходе средне- и тяжелых тренировочных сессий; 10-12 г/кг – при экстремальных нагрузочных сетах. При этом предпочтение отдается зерновым культурам с высоким содержанием пищевых волокон (многозлаковый хлеб и макаронные изделия из цельного зерна, хлопья, крекеры, грубый рис и т.д.).

Расчет потребления протеинов на уровне 1,2-1,7 г/кг/сутки. Предпочтение отдается нежирному мясу курицы и индейки без кожи, тощей говядине, рыбе, молочным продуктам с низким содержанием жира, яйцам, бобовым. Отдельно оценивается потребление протеинов и их дериватов в составе специализированных (функциональных) продуктов и питательных (в том числе восстановительных) смесей, которые используются в качестве перекусов.

Обеспечение поступления жиров на уровне 0,8-1 г/кг/день. Предпочтение отдается моно- и полиненасыщенным жирам растительного и животного происхождения (особое внимание омега-3 ПНЖК рыбного жира – ЕРА и DHA, маслу орехов). Рекомендуются исключение транс- и ограничение насыщенных жиров.

Контроль гидратации организма.

Регидратация с помощью спортивных напитков (углеводно-электролитных растворов), энергетических напитков (за исключением их потребления несовершеннолетними) на основе натуральных соков.

Осуществление послетренировочных перекусов в течение первых 45 минут после окончания нагрузочной сессии.

Предтренировочное питание

Время пищи – за 3-4 часа до тренировки.

Состав: углеводы с высоким гликемическим индексом (200-300 г), протеины из источников с низким содержанием пищевых волокон и жира.

Умеренная гидратация: потребление за 4 часа до начала тренировки 5-7 мл/кг УЭР.

Перекус за 30-60 минут до начала тренировки: высокое содержание углеводов, среднее – белков, низкое – пищевых волокон и жиров, прием УЭР 150-250 мл. Рекомендация соответствует приему 200 мл Провайд Экстра напитка (150 ккал/100 мл, гидролизат белка гороха и мальтодекстрин), 80% которого эвакуируется из желудка через 1,5 часа после приема.

Питание во время тренировки

Потребление углеводов с высоким гликемическим индексом должно начинаться вскоре после начала тренировки: 30-60 г/час каждые 15-20 минут; в составе УЭР, спортивных гелей, продуктов категории «спорт-бар».

Регидратация и замещение потерь натрия и калия в зависимости от потерь жидкости с потом: 150-250 мл УЭР (6-8%) каждые 15-20 минут.

Посттренировочное питание

Перекус в течение 30 минут после окончания тренировки: углеводы (1-1,5 г/кг) с высоким гликемическим индексом и протеины из нежирных источников в соотношении 4:1.

Прием пищи (через 2-6 часов): углеводы с низким и средним гликемическим индексом и протеины из источников с пониженным содержанием жира и пищевых волокон.

Регидратация: 450-900 мл УЭР на каждые 450 мл потерь жидкости в процессе тренировки.

6.2.2. Нерекомендуемые виды пищи

До тренировки

Жирная пища (жирное мясо, жареная пища, соусы, масло, калорийные десерты).

Продукты с высоким содержанием клетчатки (овощи семейства крестоцветных - кочанная капуста, спаржевая капуста, цветная капуста, кольраби, кресс водяной, сурепка, хрен, редис, репа, брюква, китайская капуста, горчичное семя; цельнозерновые продукты с высоким содержанием клетчатки; бобовые).

Газированные напитки.

Напитки с простыми углеводами.

В процессе тренировки

Углеводы с низким гликемическим индексом.

Продукты с высоким содержанием клетчатки (см. выше).

Высокобелковые продукты (мясо, молочные продукты, категория спорт-бар НР).

Пища с высоким содержанием жиров.

УЭР с содержанием более 8% углеводов.

После тренировки

Продукты с высоким содержанием клетчатки (см. выше).

Пища с высоким содержанием жиров.

УЭР с содержанием более 8% углеводов.

Конкретные примеры рационов спортсменов приведены в Приложении Е.

Заключение

Основная мотивационная установка при проведении текущей оценки функционального состояния в условиях проведения учебно-тренировочных – получение мультипараметрической информации, позволяющей определить переносимость предъявляемых нагрузок неинвазивными методами, а также определить эффективность энергетического метаболизма (включая возможность его коррекции за счет оптимизации суточных рационов).

Валидным методом исследования обмена веществ является непрямая калориметрия, описываемая как высокоточный способ определения скорости и направленности метаболических процессов (погрешность – менее 1%); метод характеризуется высокой воспроизводимостью и рассматривается вследствие этого как «золотой стандарт» диагностики. Непрямая калориметрия позволяет определять затраты энергии в различных условиях функционирования организма, идентифицируя при этом энергетические субстраты (макроэлементы), которые преимущественно метаболизируются организмом в ходе тестирования. На использование в условиях реальной тренировочной деятельности ориентированы, прежде всего, мобильные (носимые) метаболографы.

Потенциально возможное расхождение значений показателей, определяемых различными типами газоанализаторов (стационарных, которыми оснащены испытательные стенды специализированных клиник, и мобильных, ориентированных на использование в «полевых» условиях) может быть признано ничтожным при выполнении калибровки идентичными газовыми смесями.

Портативные метаболографы позволяют проводить динамическое наблюдение с произвольно устанавливаемой дискретностью, что позволяет получать своевременную и достаточную по объему информацию об адекватности питания в ходе текущих микроциклов.

Оптимальная организация питания с оценкой направленности и выраженности индуцированных им влияний на текущее течение

метаболических процессов, оцениваемых методологией биоимпедансо-/электросоматометрии и непрямой калориметрии, способствует укреплению здоровья спортсменов, повышению функционального состояния и эффективности адаптационных механизмов, силы и выносливости, нормализации обмена веществ, достижению оптимальной массы тела и его композиционного состава, что в итоге способствует не только росту спортивных результатов, но и удлинению спортивной карьеры, а также повышению продолжительности жизни спортсмена в целом и ее качества.

Приложение А

Пример пищевого дневника

Ниже представлен вариант пищевого дневника спортсмена по легкой атлетике

	Кал (ккал)	Жир (г)	Н/жир (г)	Углеб (г)	Клетч (г)	Сахар (г)	Белк (г)	Натри (мг)	Холес (мг)	Кальц (мг)
Завтрак										
Жареное Яйцо 1 средний	78	5,88	1,635	0,37	0	0,33	5,42	207	182	58
Жареное Яйцо 1 средний	78	5,88	1,635	0,37	0	0,33	5,42	207	182	58
Огурец (с Кожурой) 100 г	15	0,11	0,034	3,63	0,5	1,67	0,65	2	0	147
Бутерброд с Ветчиной и Сыром 100 г	241	10,6	4,409	22,84			14,17	528	40	199
Всего	412	22,47	7,713	27,21	0,5	2,33	25,66	944	404	462
Обед										
Салат из Капусты 200 г	88	3,28	0,499	14,31	4,5	8,97	2,69	473	1	
Гречка Отварная 200 г	240	8,34	1,598	38,1	5,2	1,72	6,44	346	0	170
Котлета Куриная 3 котлеты	643	29,04	7,229	38,96	2,3	5,78	53,45	929	231	
Овощи Гриль 250 г	162	0,38	0,077	32,52	11	7,85	7,1	665	0	420
Всего	1133	41,04	9,403	123,89	23	24,32	69,68	2413	232	590
Ужин										
Салат из Капусты 200 г	110	4,1	0,624	17,89	5,6	11,21	3,36	591	2	
Шашлык из Свинины 300 г	978	69,01	24,736	4,17	2,3	0,34	80,48	694	310	
Всего	1088	73,11	25,36	22,06	7,9	11,55	83,84	1285	312	

Приложение Б

Пример протокола ОФС

Спортсмен: №1.

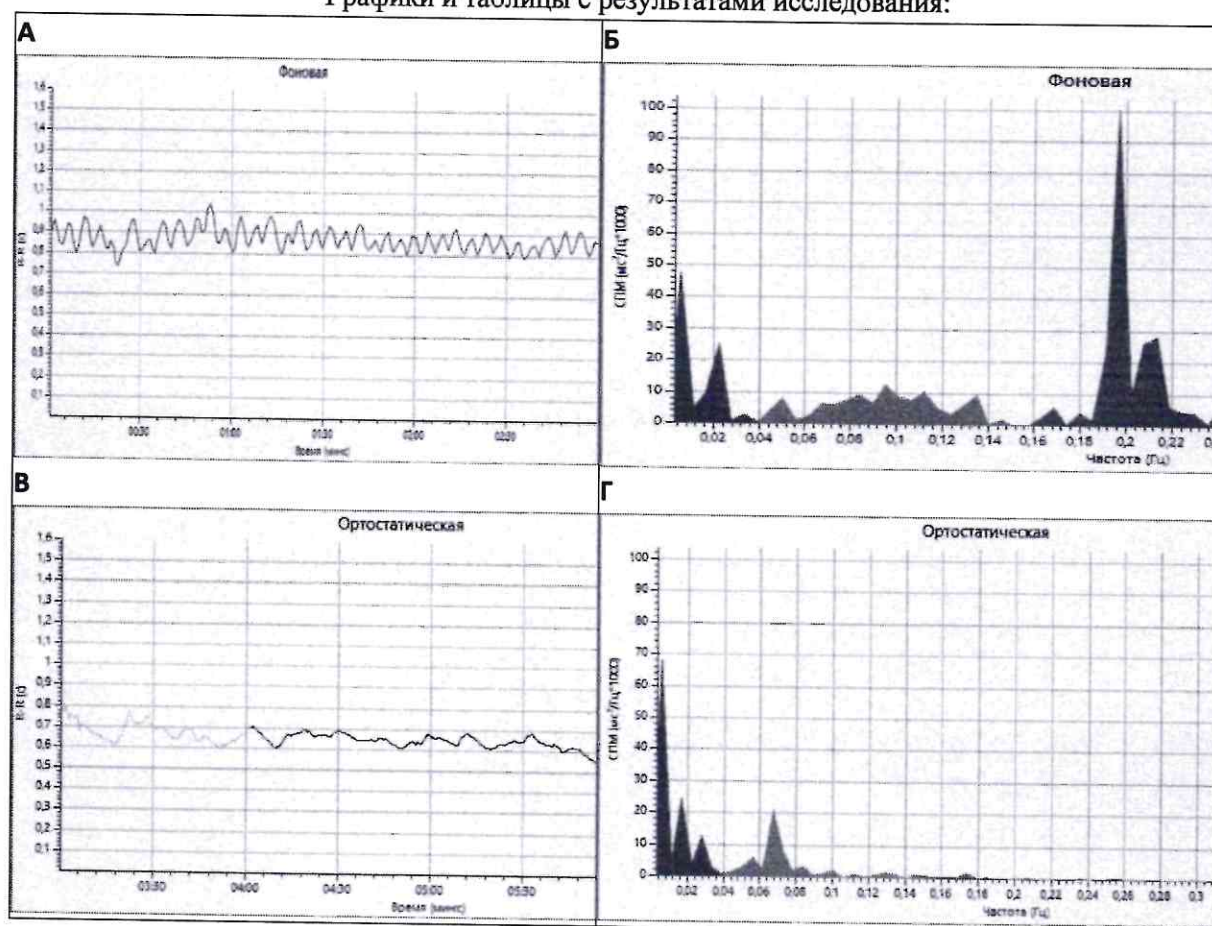
Возраст: 22 года

Вид спорта / специализация: атлетика легкая

Тип исследования: диагностический тест, направленный на оценку состояния регуляторных механизмов, включающий фоновую пробу в течение 3 мин и ортостатическую пробу в течение 4 мин

Цели исследования: оценка текущего функционального состояния (ФС) методом вариабельности ритма сердца (ВРС), выявление возможных ограничений для интенсивных нагрузок или предпосылок к снижению спортивного результата.

Графики и таблицы с результатами исследования:



Протокол ОФС методом ВРС в покое.

где:

- А- регистрация ВРС в фоновой пробе
- Б - спектральная плотность мощности в фоновой пробе
- В - регистрация ВРС в ортостатической пробе
- Г - спектральная плотность мощности в ортостатической пробе

Фоновое исследование

Параметр	Значение	Оценка	
ЧСС, уд/мин	69	выше среднего	
TP	2507	Средний	
VLF	516	ниже среднего	
LF, мс ²	671	Средний	
HF, мс ²	1320	Средний	
VLF%	21	Средний	
LF%	27	Средний	
HF%	53	выше среднего	
LF/HF	0,51	Средний	
ИН	71,84	Средний	

Ортостатическая проба

Параметр	Значение	Оценка	
ЧСС, уд/мин	95	выше среднего	
TP	1015	ниже среднего	
VLF	659	средний	
LF, мс ²	323	ниже среднего	
HF, мс ²	33	низкий	
VLF%	65	выше среднего	
LF%	32	средний	
HF%	3	ниже среднего	
LF/HF	9,80	средний	
ИН	272,43	выше среднего	
30/15	1,27	средний	

Оценка функциональных резервов в состоянии покоя	Общую активность регуляторных систем спортсмена в относительно благоприятных условиях, указывает на потенциальную возможность организма спортсмена приспосабливаться к нагрузкам	2,56
- уровень резервов оперативного приспособления в покое	Активность парасимпатической нервной системы	ниже среднего
- уровень активации систем регуляции в покое	Активность симпатической нервной системы и гормональных механизмов регуляции	ниже среднего
Оценка рациональности расходования	Экономизация расходования резервов в ответ на стандартную нагрузку, отражает устойчивость регуляции к внешним воздействиям	1,81

функциональных
резервов

Интегральная оценка функционального состояния	<i>Комплексный показатель, учитывающий состояние регуляции спортсмена в состоянии покоя и реакцию на функциональную пробу</i>	2,06
--	---	------

Заключение:

Текущее ФС с учётом категории спортсмена оценивается как пограничное.

Интегральная ОФС – 2,06, обусловлена удовлетворительными показателями функциональных резервов в покое (ОФР 2,56) при плохих показателях рациональности расходования ресурсов (ОРР 1,81).

Рекомендовано повышение эффективности восстановительных мероприятий.

Контроль ФС в динамике.

Ограничений для интенсивных нагрузок, а также факторов, лимитирующих максимальное проявление профессиональных качеств спортсмена, или предпосылок к снижению спортивного результата, по данным методики ВРС, не выявлено.

Приложение В

Протокол биоимпедансо-/электросоматометрии

ACCUNIQ

BC720

ID/Имя:

Рост: 174,5 см Возраст: 21 лет Пол: МУЖЧИНА Дата/время теста: 22.09.2022 09:08



ФГБУ ФНКЦСМ
ФМБА РОССИИ

Федеральный научно-медицинский центр
спортивной медицины и реабилитации
ФМБА России

Анализ состава тела

	Точечный	Суммарный	Точечный	Суммарный	Всего
Общая вода (L)	41,9 (35,3 ~ 44,4)	41,9	53,1 (46,4 ~ 56,7)	57,0 (49,8 ~ 60,8)	63,5 (56,9 ~ 77,0)
Белки (kg)	11,3 (10,0 ~ 12,2)				
Минералы (kg)	3,9 (3,4 ~ 4,2)				
Жир (kg)	6,6 (5,4 ~ 14,0)				

Анализ Мышцы / Жир

	Норма	Уменьшен	Повышен
Всего	80 70 60 50 40 30 20 10 0	63,5	
СММ (kg)	70 60 50 40 30 20 10 0	31,9	
Жировая масса (kg)	40 30 20 10 0	6,6	

Анализ ожирения

	Норма	Уменьшен	Повышен
BMI (kg/m²)	10,0 15,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0	20,9	
РФР (%)	0,0 10,0 20,0 30,0 40,0 50,0 60,0 70,0	10,3	

Анализ абдоминального ожирения

	Норма	Уменьшен	Повышен
WHR	0,75 0,90	0,69	
VFL	0 4 8 12 16	2	
VFA	0 50 100	31	
Масса висцерального жира (kg)	0,7 1,0 1,3 1,6 1,9 2,2 2,5 2,8 3,1 3,4 3,7 4,0 4,3 4,6 4,9 5,2 5,5 5,8 6,1 6,4 6,7 7,0 7,3 7,6 7,9 8,2 8,5 8,8 9,1 9,4 9,7 10,0	0,7	

Сегментный анализ тощей массы

	Норма	Уменьшен	Повышен
Правая рука	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	3,27	0,372
Левая рука	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	3,15	0,375
Торс	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	25,28	0,373
Правая нога	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	8,60	0,368
Левая нога	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	8,57	0,374

Анализ воды в организме

	Норма	Уменьшен	Повышен
ICW	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	26,3	
ECW	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180	15,6	
Коэффициент ВнКВ	0,400 0,600	0,371	

Комплексная оценка

Тип тела	Соотв. норме
Биологический возраст	21 лет
Скорость базального обмена (BMR)	1600 kcal
Общий суточный расход энергии	3520 kcal
Клеточная масса	37,6 kg
Общее число баллов	88 баллы

Оценка пропорциональности телосложения

Верхняя часть туловища Л/П	☒ Сбалансированно	☐ Несбалансированно I	☐ Несбалансированно II
Нижняя часть туловища Л/П	☒ Сбалансированно	☐ Несбалансированно I	☐ Несбалансированно II

Контрольные показатели

Целевой вес	67,0 kg
Контроль веса	+3,5 kg
Контроль мышц	+0,0 kg
Контроль жира	+3,5 kg

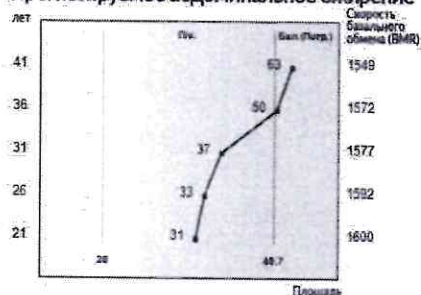
Анализ ожирения

Избыток массы тела	☐ Недостаточный вес	☒ Нормальный вес	☐ Избыточный вес	☐ Ожирение
Процент жира	☒ Мало жира	☐ Нормальный жир	☐ Избыток жира	☐ Ожирение

Степень ожирения -5,2 (-10,0 ~ +10,0) %

Окружность живота 73,7 (Менее 102cm) cm

Прогнозируемое абдоминальное ожирение



Фазовый угол: 7,2° (Нормальный диапазон: 6° ~ 8°)

Импеданс (568)

Freq	1K	5K	50K	250K	550K	1M
RA Imp	315	309	269	236	228	222
LA Imp	325	319	278	244	235	229
Trunk	28	24	20	18	17	16
RL Imp	310	301	261	228	221	216
LL Imp	314	305	264	232	224	219

Xc

Freq	RA Xc	LA Xc	Trunk	RL Xc	LL Xc
50K	33	34	2	32	33

ID/Имя:

Рост: 174,5 см Возраст: 21 лет Пол: МУЖЧИНА Дата/время теста: 22.09.2022 09:08


ФГБУ ФНКСМ
ФМБА РОССИИ

Федеральный научно-исследовательский центр
спортивной медицины и реабилитации
ФМБА России

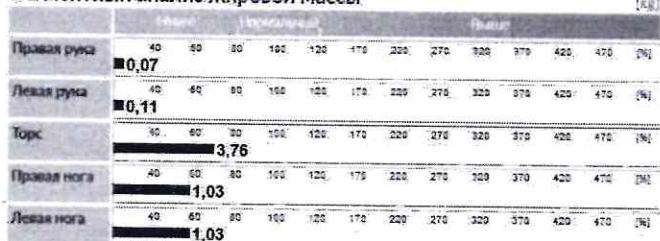
Сегментный анализ тощей массы



Тип тела

худой с избытком жир: степень 2	избыток жира степени 1	сбалансирован степени 1	сбалансирован степени 2
худой с избытком жир: степень 1	избыток жира степени 2	предожирение	сбалансирован степени 1
недостаток мышц	избыток жира степени 1	избыточный вес	предожирение
недостаточный вес	стандартный	мышечный избыток веса: уровень 1	мышечный избыток веса: уровень 2
недостаточный вес - мало жира	соотв. норме	мышечный	атлетичный

Сегментный анализ жировой массы



Сегментный анализ воды в организме

Правая рука	2,57 L	[2,22 ~ 2,72]
Левая рука	2,48 L	[2,22 ~ 2,72]
Торс	19,90 L	[16,70 ~ 20,42]
Правая нога	6,83 L	[6,13 ~ 7,50]
Левая нога	6,74 L	[6,13 ~ 7,50]

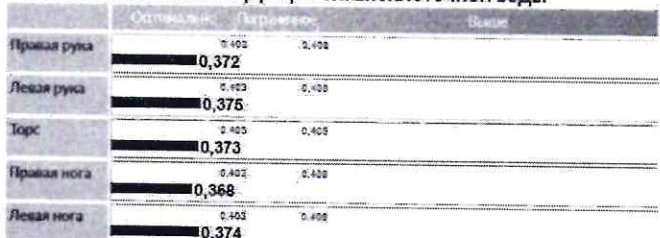
Сегментный анализ внутриклеточной воды

Правая рука	1,61 L	[1,42 ~ 1,74]
Левая рука	1,55 L	[1,42 ~ 1,74]
Торс	12,49 L	[11,22 ~ 13,71]
Правая нога	4,32 L	[3,83 ~ 4,68]
Левая нога	4,23 L	[3,83 ~ 4,68]

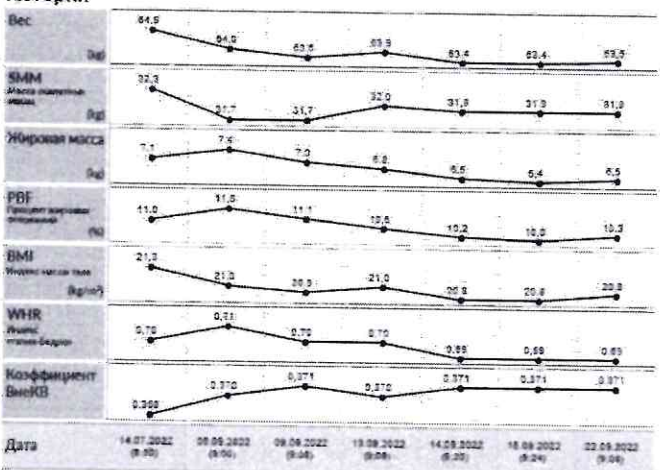
Сегментный анализ внеклеточной воды

Правая рука	0,95 L	[0,85 ~ 1,04]
Левая рука	0,93 L	[0,85 ~ 1,04]
Торс	7,41 L	[6,69 ~ 8,18]
Правая нога	2,51 L	[2,28 ~ 2,79]
Левая нога	2,52 L	[2,28 ~ 2,79]

Сегментный анализ коэффициента внеклеточной воды



История



Импеданс (558)

Freq	1K	5K	50K	250K	550K	1M
RA Imp.	315	309	269	236	228	222
LA Imp.	325	319	278	244	235	229
Trunk	28	24	20	18	17	16
RL Imp.	310	301	261	228	221	216
LL Imp.	314	305	264	232	224	219

Приложение Г

Соотношение фактических (измеренных методом непрямой калориметрии – мобильный метаболограф Cosmed K5) затрат энергии, не связанных с обеспечением спортивной деятельности (BOO/RMR), и энергетической ценности суточного рациона в различных видах спорта

Вид спорта	Потребление с пищей (кКал/сут.)	BOO/RMR + NEAD	Соотношение потребления к (BOO/RMR + NEAD)
Легкая атлетика	2290	2774	0,8
Легкая атлетика	4121	3421	1,2
Легкая атлетика	641	2561	0,3
Легкая атлетика	2643	2495	1,1
Легкая атлетика	3328	4071	0,8
Легкая атлетика	4106	3682	1,1
Легкая атлетика	1959	3831	0,5
Легкая атлетика	1952	2953	0,7
Легкая атлетика	2027	3657	0,6
Легкая атлетика	1249	1638	0,8
Легкая атлетика	2742	2260	1,2
Легкая атлетика	1447	2000	0,7
Легкая атлетика	2282	2603	0,9
Шорт-трек	1147	3240	0,4
Шорт-трек	930	3728	0,2
Шорт-трек	1664	2563	0,6
Шорт-трек	2076	2248	0,9
Шорт-трек	1717	2563	0,7
Шорт-трек	1648	3274	0,5
Шорт-трек	2140	3290	0,7
Шорт-трек	2408	3330	0,7
Шорт-трек	1912	1991	1,0

где:

BOO/RMR – величина основного обмена (метаболизм покоя)

NEAD – нетренировочная активность

Приложение Д

Условия, требуемые для обеспечения безопасной эксплуатации метабологафа в условиях повышенных эпидемических рисков

Метабологафы, используемые в работе, были разработаны таким образом, чтобы минимизировать риск заражения из-за загрязненных компонентов. Данные условия включали в себя использование предметов одноразового использования, фильтров исследуемого индивидуума с высокой эффективностью бактериальной / вирусной фильтрации или / и механизмов однонаправленного потока (только от человека к устройству).

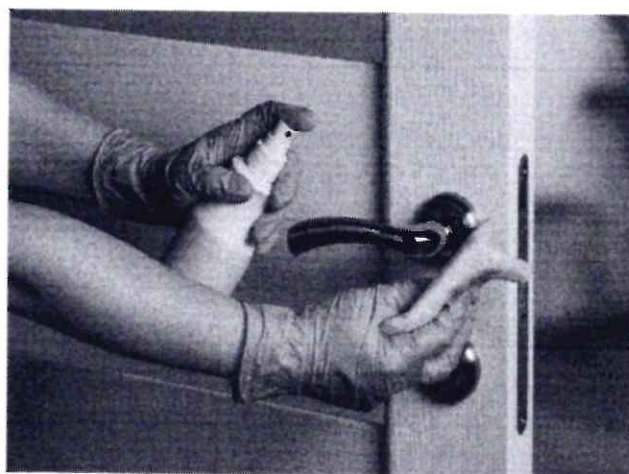
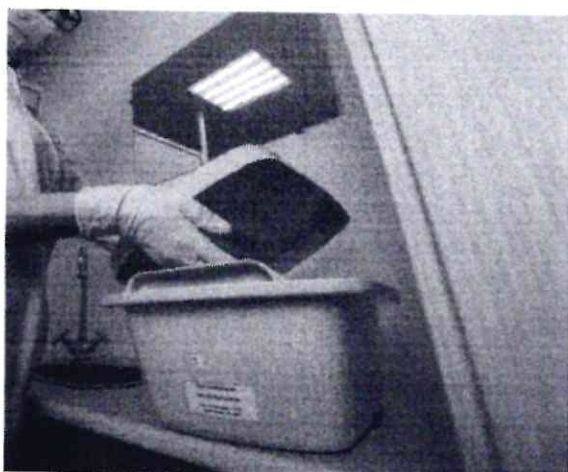


Рисунок 8 - Погружной способ обработки Рисунок 9 - обработка контактных поверхностей



Рисунок 10 – Спортсмены, соблюдающие масочный режим в период коронавирусных ограничений в 2020г.

Приложение Е

Пример меню на 1 день №1 и №2

Пример меню на 1 день №1.

(2500 ккал, 60% углеводов, 20% протеинов, 20% жиров)

Прием пищи	Состав
Завтрак 500 ккал	$\frac{3}{4}$ чашки творога низкой жирности с 2 чашками нарезанных фруктов; 1 тост зернового пшеничного хлеба с 1 столовой ложкой арахисового масла и 1 столовой ложкой меда
Перекус 250-300 ккал	Гранола бар (смесь овса с коричневым сахаром, изюмом, кокосом, орехами), 1 мерная ложка порошка whey-протеина в 200 мл 1% молока
Обед 500 ккал	Многослойный сэндвич из цельнозернового пшеничного хлеба с сыром, 100 г мяса, листьями салата, помидорами и столовой ложкой легкого соуса. 10-15 кусочков пшеничного крекера; 100 г обезжиренного йогурта; один фрукт
Предтренировочный перекус 300 ккал	1 порция обезжиренных крекеров; 1 порция сыра-лапши; 100-150 мл легкого йогурта, смешанного с $\frac{1}{4}$ чашки хлопьев
Посттренировочный перекус 300 ккал	400-500 мл 1% шоколадного молока
Ужин 500 ккал	1 чашка пасты с кисло-сладким соусом (по вкусу) и 90-100 г куриной грудки; 2 чашки тушеных овощей; 1 пшеничная или кукурузная булочка (ролл).
Перекус 150 ккал	Порция 150 г обезжиренного ванильного пудинга; смесь 1 чашки ягод и 1 столовой ложки орехов

Пример меню на 1 день №2.

(из расчета 4500 ккал, 60% углеводов, 20% протеинов, 20% жиров)

Прием пищи	Состав
Предтренировочный перекус 200-250 ккал	200-250 ккал продукта категории энергетиков (углеводы и протеины в соотношении 4:1)
Завтрак 1000-1100 ккал	Пшеничный батончик с 2 столовыми ложками орехового масла и 2 столовыми ложками фруктового желе; яичница из 3-5 яичных белков; 500 мл капучино
Перекус 300-400 ккал	Смесь в шейкере: 100 мл 1% молока; 200 мл апельсинового сока; 1 банан; 1,25 порции порошка whey-протеина
Обед 800-900 ккал	140-160 г постного мяса (индейки, курицы); 1 чашка фасоли; 1 чашка кукурузы; 1 порция зеленого салата; 2 куска хлеба

Перекус 450-500 ккал	60 г вяленой индейки; 1 банан; 15 ядер миндальных орехов; 3 столовые ложки сухофруктов
Ужин 800-900 ккал	Омлет из двух целых яиц+4 яичных белка с добавлением ¼ чашки тертого сыра и овощей; 90 г постной ветчины; 3 куска цельнозернового пшеничного хлеба с 1 столовой ложкой натурального фруктового желе на каждом куске; полторы чашки нарезанных фруктов
Перекус 250-400 ккал	Упаковка крекеров с ореховым маслом; 1 порция whey-протеина в 120 мл 1% молока или воды

Библиографические данные

УДК 61:796/799

Ключевые слова: Метаболизм, спортсмены спортивных сборных команд Российской Федерации, непрямая калориметрия, медико-биологическое обеспечение