

РАЗРАБОТКА РАЦИОНА ПИТАНИЯ С УЧЕТОМ ДОСТУПНОЙ ЭНЕРГИИ УЧАСТНИКОВ ПОХОДОВ НА НИЗКИХ ВЫСОТАХ



МИРОШНИКОВ Александр Борисович
 Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
 Доцент кафедры спортивной медицины, кандидат биологических наук, benedikt116@mail.ru

MIROSHNIKOV Alexander
 Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism

(SCOLIPE), Moscow
 Associate Professor of the Department of Sports Medicine, Candidate of Biological Sciences

ПАВЛОВ Евгений Александрович

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
 Проректор по учебно-методической работе, заведующий кафедрой рекреации и спортивно-оздоровительного туризма, кандидат педагогических наук, доцент

PAVLOV Evgeniy

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
 Vice-Rector for Educational and Methodological Work, Head of the Department of RISOT, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

ВЫБОРНОВ Василий Дмитриевич

Государственное казенное учреждение города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта).
 Заместитель директора по медико-биологическому и научно-методическому сопровождению, кандидат биологических наук

VYBORNOV Vasily

State Treasury Institution of the City of Moscow «Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams» of the Moscow Department of Sports (GKU «TsSTiSK» of Moskomспорт)
 Deputy Director for Biomedical and Scientific and Methodological Support, Candidate of Biological Sciences

БЛИНОВА Софья Алексеевна

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
 Бакалавр кафедры рекреации и спортивно-оздоровительного туризма

BLINOVA Sofya

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
 Bachelor of the Department of Recreation and Sports and Health Tourism

ФОРМЕНОВ Александр Дмитриевич

Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК), Москва
 Аспирант кафедры спортивной медицины

FORMENOV Alexander

Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE), Moscow
 Postgraduate student of the Department of Sports Medicine

БАЛАНДИН Михаил Юрьевич

Государственное казенное учреждение города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта).
 Специалист по комплексному научно методическому сопровождению спортсменов

BALANDIN Mikhail

State Treasury Institution of the City of Moscow «Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams» of the Moscow Department of Sports (GKU «TsSTiSK» of Moskomспорт)
 Specialist in complex scientific and methodological support of athletes

АНТОНОВ Алексей Геннадьевич

Государственное казенное учреждение города Москвы «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта)
 Специалист по комплексному научно методическому сопровождению спортсменов

ANTONOV Alexey

State Treasury Institution of the City of Moscow «Center for Sports Innovative Technologies and Training of National Teams» of the Moscow Department of Sports (GKU «TsSTiSK» of Moskomспорт)
 Specialist in complex scientific and methodological support of athletes

Ключевые слова: спортивная нутрициология, туризм, рекреация, спортивно-оздоровительный туризм.

Аннотация. В исследовании проводится расчет доступной энергии участников походов с помощью метабографии (косвенной калориметрии) и на основании этого разрабатывается рацион питания как для мужчин, так и для женщин. Полученные данные могут использовать участники походов, спортивные нутрициологи и диетологи.

DEVELOPMENT OF A DIET TAKING INTO ACCOUNT THE AVAILABLE ENERGY OF PARTICIPANTS OF HIKES AT LOW ALTITUDES

Keywords: sports nutrition, tourism, recreation, sports and health tourism.

Abstract. The study calculates the available energy of the hikers using metabology (indirect calorimetry) and, on the basis of this, develops a diet for both men and women. The data obtained can be used by hikers, sports nutritionists and nutritionists.

Актуальность. Суровые условия окружающей среды вызывают множество специфических физиологических адаптаций, изменяют состав тела, работоспособность и предъявляют особые требования к питанию [9]. Многие авторы подчеркивали влияние питания в условиях высокогорья на гормональный профиль [12], метаболизм [11] и состав тела [2] участников походов. Однако роль питания в доступности энергии на низких высотах недостаточно изучена. Доступность энергии (energy availability – EA) отражает разницу в потреблении и ее расходе при двигательной активности по отношению к обезжиренной массе тела (fat-free mass – FFM) [8]. Хорошо известно, что EA менее 30 ккал/кг FFM/день для активных женщин [5] и мужчин [7], является пороговым значением обеспечения оптимального EA для физиологической функции. Клинические исследования показали, что даже короткий период EA (5 дней) <30 ккал/кг FFM/день вызывает серьезные эндокринные и метаболические изменения [4, 8]. Важность поддержания массы тела с помощью оптимальной EA подчеркивается исследованиями, показывающими, что несоблюдение этого баланса может негативно повлиять на гематологическую адаптацию участников походов. В целом, влияние питания в походах на массу тела, EA и последующие эндокринные и метаболические (например, основной обмен веществ) эффекты требуют дальнейшего изучения. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных нутрициологов, диетологов и участников походов была сформулирована цель исследования.

Цель исследования – разработать рационы питания с учетом доступной энергии для участников походов на низких и умеренных высотах.

Организация и методы исследования. Исследование проходило на базе кафедры «Спортивная медицина» Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (РГУФКСМиТ) г. Москва, совместно с «Центром спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» (ГКУ «ЦСТиСК» Москомспорта) г. Москва. В исследовании приняли участие 10 активных людей (8 мужчин и 2 женщины), в среднем возрасте 41,6 ± 11,7 лет, которые регулярно ходят в походы. Все участники исследования дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы исследования: 1) анализ и обобщение научных литературных источников; 2) биоимпедансометрия; 3) метабография; 4) оценка фактических затрат энергии в походе; 5) оценка фактического рациона питания; 6) методы математической статистики.

Биоимпедансометрия. Масса тела измерялась механическими напольными весами Tanita (Япония) в легкой одежде и без обуви. Биоимпедансный анализ состава тела проводили прибором «Медасс» ABC-01 (Россия). Обезжиренную массу тела (FFM) вычисляли по формуле: $W \cdot [1 - (D/100)]$, где: W – масса тела (кг); D – масса жира (%).

Метабография. Метабография осуществлялась посредством портативного метабографа COSMED K5 (Италия), устройства, предназначенного для измерения параметров метаболизма

Таблица 1 – Расписание дня участников похода

Время (ч:мин)	Действие	Длительность (мин)
8:00	подъем	
8:30 (в отеле)	завтрак	
9:00	восхождение 1	105
10:45	отдых 1	
11:00	восхождение 2	105
12:45	отдых 2	
13:00	восхождение 3	105
14:45	отдых 3	
15:00	спуск 1	105
16:45	отдых 4	
17:00	спуск 2	60
18:30 (в отеле)	ужин	
19:30	личное время	
22:00	сон	
Общее время похода		480

Таблица 2 – Доступная энергия у участников похода

DEI (ккал/день)	EEE (ккал)	EA (ккал на кг FFM/день)
мужчины (n=8)		
3021±345	2751±236	4,04±1,2
женщины (n=2)		
2485±168	2164±134	7,0±1,0

Примечание: EA (energy availability) – количество доступной энергии; DEI (dietary energy intake) – потребление энергии с пищей; EEE (exercise energy expenditure) – расход энергии при физической нагрузке; FFM (fat-free mass) – обезжиренная масса тела

людей как в полевых, так и в лабораторных условиях. Измерялся основной обмен веществ в покое (Resting Energy Expenditure – REE), REE в течении 10 минут отдыха после нагрузки. Расход энергии при физической нагрузке (Exercise Energy Expenditure – EEE). 10 минут участники исследования ходили по беговой дорожке, угол наклона 10°, масса рюкзака: мужчины – 10 кг, женщины – 5 кг. Масса рюкзака определялась после опроса участников данной категории походов.

Оценка фактических затрат энергии в походе. Были проанализированы данные походов с помощью монитора SUUNTO 7 (Финляндия). Учитывались данные: средней скорости движения, времени движения за сутки, энергетические траты за сутки и частота сердечных сокращений в течении похода. После оценки энергетических трат были сопоставлены траты энергии с использованием пульсометрии монитора SUUNTO 7 и

имитационного похода в лабораторных условиях. После полученных данных производился расчет количества доступной энергии, по формуле $EA = DEI - EEE / FFM$ [6], где EA (energy availability) – количество доступной энергии (ккал на кг FFM/день); DEI (dietary energy intake) – потребление энергии с пищей (ккал); EEE (exercise energy expenditure) – расход энергии при физической нагрузке (ккал); FFM (fat-free mass) – обезжиренная масса тела (кг).

Оценка фактического рациона питания. Оценка фактического питания и сопоставление с нормами производилось посредством программного комплекса Автоматизированное рабочее место специалистов по питанию «Индивидуальная диета 5.0» (Россия). Функционал программы разработан при участии специалистов Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи. Программа оснащена

модулем проектирования нутриентных норм, с помощью которого оценены данные фактического рациона, собранного методом 7 дневного дневника питания. Данные фактического рациона сопоставлены с вычисленными в ходе исследования данными по энерготратам спортсменов, оценки утилизации макронутриентов (дыхательный коэффициент) и нормами по витаминам и минералам. В исследовании использованы нормы ISSA (International Sports Science Association) по соотношению макроэлементов для категории длинных дистанций в легкой атлетике: 15% белки: 25% жиры: 60 % углеводы [1].

Результаты и обсуждение исследования.

Анализ фактического времени ходьбы в походе показал, что в среднем участники двигались 8 часов (Таблица 1).

Косвенная калориметрия, оценивающая расходы энергии по потреблению кислорода, хорошо отражает метаболизм человека, так как известно, что аэробные системы энергообеспечения не нарушаются даже на больших высотах [3]. Анализ дневников питания показал, что в среднем мужчины потребляли 3021±345 ккал/день, а женщины 2485±168 ккал/день. Сопоставляя траты и потребление энергии, полученные как в лабораторных, так и фактических условиях мы имеем следующие данные по доступности энергии (Таблица 2).

Для поддержания всех физиологических функций рекомендуется наличие доступной энергии не менее 45 ккал/кг FFM в день [5, 7]. При этом, сниженная или субклиническая доступность энергии колеблется от 30-45 ккал/кг FFM/день. Эти параметры предлагается использовать в качестве допустимого диапазона для людей, стремящихся к потере массы тела, в течение короткого периода времени. Низкая же доступность энергии (менее 30 ккал/кг FFM/день) предполагает небезопасный уровень энергии для оптимального функционирования организма [6] и это, в свою очередь, может привести к неблагоприятным по-

следствиям для здоровья участников походов. Такая низкая доступная энергия может приводить к синдрому RED-S (Relative Energy Deficiency in Sport), это синдром трех взаимосвязанных состояний, включая дефицит энергии (низкий уровень EA), нарушение здоровья костей и подавление оси гипоталамус-гипофиз-яички. Поэтому минимальный порог потребления энергии для мужчин должен составлять 4760 ккал/день (EA=30 ккал/кг FFM/день), а для женщин 3800 ккал/день (EA=35 ккал/кг FFM/день).

Разработка оптимальных рационов питания. На основании полученных данных были разработаны рационы с коррекцией выявленных недостатков (Примеры рационов – таблицы 4, 5). Ключевыми недостатками фактических рационов питания, которые могут негативно повлиять на работоспособность и качество восстановления туристов являются недостаток калорий, недостаточное содержание углеводов при избыточном содержании жира. Были разработаны рационы, в которых частично купированы выявленные недостатки, изменение состава калорий, количества углеводов и жира представлены в таблице 3.

Ключевая стратегия замена перекусов на дистанции, которые содержали преимущественно калории из жира (шоколад, сало, т.п.) на углеводные перекусы.

При включении классических углеводных перекусов (шоколадные батончики, леденцы, смесь мёда, орехов и сухофруктов) возникли следующие сложности:

1. Большой объем данной продукции не удобен в транспортировке.
2. Вызывает негативное воздействие на работу желудочно-кишечного тракта (ЖКТ).
3. Содержит сверх избыточного содержания сахарозы.

В связи с указанными недостатками руководители исследования приняли решение применить функциональные продукты питания повышен-

Таблица 3 – Сопоставление фактического и оптимизированного рационов

Усредненные данные	Варианты	Килокалории	Жиры (гр)	Углеводы (гр)
По женским рационам	норма	3700	101	541
	фактический	2485	123	242
	разработанный	3027	100	405
По мужским рационам	норма	4700	128	688
	фактический	3031	148	296
	разработанный	4100	138	551

Таблица 4 – Пример оптимизации рациона для женщин туристов

Суммарная энергоценность 3017 ккал.		
Прием пищи	Продукт или блюдо	Вес порции (гр)
Завтрак (в отеле)	сырники из творога 9% жирности	120
	хлеб пшеничный формовой	30
	масло сливочное 82,5% жирности	5
	кофе с молоком без сахара	200
	молоко пастеризованное 3,2% жирности	150
	крупа ячневая	20
	сыр твердый 55% жирности	20
1 перекус (в походе)	изотоник (на 1 литр, на всю дистанцию)	50
	печенье овсяное	40
	банан	100
2 перекус (в походе)	углеводный гель	66
3 перекус (в походе)	углеводный батончик	100
4 перекус (в походе)	сахар	10
	чай с лимоном без сахара	300
5 перекус (в походе)	белково – углеводный комплекс	55
Ужин (в отеле)	плов	200
	масло подсолнечное	5
	помидоры	100
	огурцы	100
	лагман	300
	хлеб бородинский	30
Вечерний перекус (в отеле)	печенье овсяное	40
	кефир 3,2%	200

Распределение суточной энергоценности:					
	завтрак	перекусы на дистанции	ужин	2 ужин	всего за день
Белки, гр	35,3	27,4	37,7	10,3	110,7
Жиры, гр	32,6	16,5	41,1	13,1	103,3
Углеводы, гр	59,8	237,1	65,4	31,1	393,4
Клетчатка, гр	2,2	14	7,1	1,1	24,4
Энергоценность, ккал	690,2	1236,4	709,5	380,4	3016,5

ной биологической ценности. В качестве перекусов туристам были предложены: углеводные батончики, белково – углеводный смеси (порошок), углеводные гели. Данные продукты имеют легко усвояемую консистенцию, в состав входят различные типы и формы углеводов, продукты удобны при транспортировке, а результаты нутриативного тренинга продемонстрировали положительное влияние на ЖКТ исследуемых спортсменов.

На первом этапе принято решение не стремиться к полному удовлетворению целевых значений макронутриентов для комфортной интеграции предложенных решений в повседневные тренировки туристов. На данном этапе исследования проведен первый этап ремоделирования рациона питания, положительные отзывы спортсменов и положительные результаты функциональных тестов позволят продолжить изменение

Таблица 5 – Пример оптимизации рациона для мужчин туристов

Суммарная энергоценность 4140 ккал.		
Прием пищи	Продукт или блюдо	Вес порции (гр)
Завтрак (в отеле)	сырники из творога 9% жирности	200
	хлеб пшеничный формовой	75
	масло сливочное 82,5% жирности	5
	кофе с молоком без сахара	200
	молоко пастеризованное 3,2% жирности	150
	крупа ячневая	60
	сыр твердый 55% жирности	20
1 перекус (в походе)	изотоник (на 1 литр, на всю дистанцию)	50
	печенье овсяное	50
	банан	200
2 перекус (в походе)	углеводный гель	132
3 перекус (в походе)	углеводный батончик	150
4 перекус (в походе)	сахар	20
	чай с лимоном без сахара	300
5 перекус (в походе)	белково – углеводный комплекс	80
Ужин (в отеле)	плов	200
	масло подсолнечное	5
	помидоры	100
	огурцы	100
	лагман	300
	хлеб бородинский	30
Вечерний перекус (в отеле)	печенье овсяное	40
	кефир 3,2%	200

Распределение суточной энергоценности:					
	завтрак	перекусы на дистанции	ужин	2 ужин	всего за день
Белки, гр	53,2	40,6	36,2	10,3	140,2
Жиры, гр	42,3	22,8	40,1	13,1	118,3
Углеводы, гр	101,4	375,1	96,6	31,1	604,1
Клетчатка, гр	5,5	21,2	11,4	1,1	39,1
Энергоценность, ккал	1022,3	1913,6	823,4	380,4	4139,7

рационов в сторону повышения калорийности и целевых норм макронутриентов.

Выводы. Было обнаружено, что количество потребляемой энергии у людей, участвующих в походах, было ниже текущих рекомендаций. Учитывая продолжительность мероприятия (несмотря на низкую или умеренную интенсивность физической активности), общие энергетические потребности очень высоки. Следовательно, ту-

ристам, необходимо рассмотреть способы увеличения потребления энергии и углеводов до и во время походов. Наш анализ показывает, что этого легче всего добиться, увеличив потребление углеводов до 90 г/ч во время похода с помощью легко переносимых продуктов (углеводный гель, углеводный батончик, углеводный напиток). Стратегии могут включать повышение уровня углеводной нагрузки за несколько дней до похо-

дов и/или включение дополнительных продуктов спортивного питания, состоящих из мальтодекстрина/фруктозы, во время походов. Использование новых продуктов, содержащих альгинатные гидрогели, быстрые или медленные модифицированные углеводы, особенно на более поздних стадиях длительных походов, когда потребление пищи наиболее затруднено, может оказаться полезным, так как прием глюкозы и фруктозы в форме гидрогеля во время физической активности улучшает показатели выносливости, экзогенное окисление углеводов и снижает симптомы ЖКТ по сравнению со стандартным раствором углеводов [10]. Требуются дополнительные исследования в данной области.

Литература

1. Berardi, J. Nutrition: The Complete Guide / J. Berardi, A. Roan // ISSA, 2009. – P. 1-489.
 2. Bondi, D. Feeding Your Himalayan Expedition: Nutritional Signatures and Body Composition Adaptations of Trekkers and Porters / D. Bondi, A.M. Aloisi, T. Pietrangelo, et al. // Nutrients, 2021. – V. 13(2). – P. 460.
 3. Burtcher, M. How important is VO2max when climbing Mt. Everest (8,849 m) / M. Burtcher, G. Viscor // Respir Physiol Neurobiol, 2021. – 21. 297:103833.
 4. Fredericson, M. The Male Athlete Triad-A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part II: Diagnosis, Treatment, and Return-To-Play / M. Fredericson, A. Kussman, M. Misra, et al. // Clin J Sport Med, 2021. – 31(4). – P. 349-366.

5. Heikura, I.A. Low energy availability in female athletes: From the lab to the field / I.A. Heikura, T. Stellingwerff, J.L. Areta // Eur J Sport Sci, 2021. – 3. P. 1-11.
 6. Logue, D. Low Energy Availability in Athletes: A Review of Prevalence, Dietary Patterns, Physiological Health, and Sports Performance / D. Logue, S.M. Madigan, E. Delahunt, et al. // Sports Med. 2018. – 48(1). – P. 73-96.
 7. Moore, E.M. Examination of Athlete Triad Symptoms Among Endurance-Trained Male Athletes: A Field Study / E.M. Moore, C. Drenowatz, D.F. Stodden, et al. // Front Nutr. – 2021. – 8:737777.
 8. Nattiv, A. The Male Athlete Triad-A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part 1: Definition and Scientific Basis / A. Nattiv, M.J. De Souza, K.J. Koltun, et al. // Clin J Sport Med, 2021. – 31(4). – P. 335-348.
 9. Pasiakos, S.M. Nutritional Requirements for Sustaining Health and Performance During Exposure to Extreme Environments / S.M. Pasiakos // Annu Rev Nutr, 2020. – 40. – P. 221-245.
 10. Rowe, J.T. Glucose and Fructose Hydrogel Enhances Running Performance, Exogenous Carbohydrate Oxidation, and Gastrointestinal Tolerance / J.T. Rowe, King RFGJ, A.J. King, et al. // Med Sci Sports Exerc, 2022. – 54(1). – P. 129-140.
 11. Stellingwerff, T. Nutrition and Altitude: Strategies to Enhance Adaptation, Improve Performance and Maintain Health: A Narrative Review / T. Stellingwerff, P. Peeling, L.A. Garvican-Lewis, et al. // Sports Med, 2019. – 49(Suppl 2). – P. 169-184.
 12. Tafuri, A. Effects of Physical Activity at High Altitude on Hormonal Profiles in Foreign Trekkers and Indigenous Nepalese Porters / A. Tafuri, D. Bondi, A. Princiotta, et al. // Adv Exp Med Biol, 2021. – 1335. – P. 111-119.

