

Федеральное медико-биологическое агентство
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Проект

**РАЦИОНАЛЬНАЯ НУТРИТИВНАЯ ПОДДЕРЖКА
ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ В
УСЛОВИЯХ СТАЦИОНАРА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ И
ТРАВМАХ**

Методические рекомендации

Под редакцией проф. А.С. Самойлова

Москва 2019

УДК 61:796/799
ББК 75.0

Методические рекомендации разработаны ФГБУ «Федеральный медико-биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства

Утверждены Ученым советом ФГБУ «Федеральный медико-биофизический центр имени А.И. Бурназяна» Федерального медико-биологического агентства в качестве методического пособия и рекомендовано к изданию (протокол № __ от __ _____ 20__ г.). Введены впервые.

А.С. Самойлов, Т.А. Пушкина, А.Е. Шестопапов, С.Е. Назарян, М.С. Ключников, В.И. Пустовойт, А.Ю. Федин, Е.И. Разумец, И.В. Кобелькова. Рациональная нутритивная поддержка высококвалифицированных спортсменов в условиях стационара при заболеваниях и травмах. Методические рекомендации. Под ред. проф. А.С. Самойлова // М.: ФМБА России, 2019. –с.

Учебно-методическое пособие предназначены для врачей по спортивной медицине и врачей других специальностей, работающих в области физической культуры и спорта, заведующих отделениями и кабинетами спортивной медицины, массажистов, а также аспирантов, ординаторов и студентов медицинских вузов и других специалистов, непосредственно участвующих в медицинском и медико-биологическом обеспечении спортсменов.

УДК 61:796/799
ББК 75.0

© Федеральное медико-биологическое агентство, 2019

Настоящие методические рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены без разрешения Федерального медико-биологического агентства

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	4
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	6
2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	7
3. АНАЛИЗ ВИДОСПЕЦИФИЧНЫХ ЭНЕРГОТРАТ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОГРАММЫ РЕАБИЛИТАЦИИ.....	9
4. АЛГОРИТМ РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНОЙ НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ СБОРНЫХ КОМАНД, ПРОХОДЯЩИХ РЕАБИЛИТАЦИОННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПОСЛЕ ПЕРЕНЕСЕННЫХ ТРАВМ И ЗАБОЛЕВАНИЙ.....	18
6. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	21
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	22

Список сокращений

ASPEN Американской ассоциации парентерального и энтерального питания
А - альбумин

АКТГ - адренокортикотропный гормон

БАД - биологически активные добавки к пище

ИЖС - Индекс жизненного стиля

КЖСТ — кожно-жировая складка над трицепсом

КР — кожная реактивность с микробным антигеном

Л — число лимфоцитов в крови

NSAA - Национальной Университетской Спортивной Ассоциации ()

ОДА - опорно-двигательный аппарат

ОП - окружность плеча

ООСТ - опросник образа собственного тела

ПНИ - прогностический нутриционный индекс

ПГИ -прогностический индекс гипотрофии»

ПНЖК - полунасыщенные жирные кислоты

САН – самочувствие, активность, настроение

ТТГ - тиреотропный гормон

Тр — трансферрин (г/л)

ЕАТ - тест отношения к приёму пищи,

EDI - шкала оценки пищевого поведения (англ. Eating Disorder Inventory)

MEAN RR – средняя длительность R-R интервалов;

MEAN HR – средняя арифметическая ЧСС;

SDNN – стандартное отклонение N-N интервалов;

RMSDD – квадратный корень разброса интервалов;

pNN50 – процент нормальных интервалов синусового ритма;

HF – спектр высоких частот;

LF – спектр низких частот;

VLF – спектр сверхнизких частот;

UHF – спектр ультранизких частот;

LF/HF – отношение частотного спектра;

TINN – вариабельность сердечного ритма№;

Stressindex – индекс напряжения регуляторных систем по Р.М. Баевскому.

1. Область применения

Настоящие методические рекомендации разработаны для врачей спортивных сборных команд России и их ближайшего резерва, для врачей по спортивной медицине травматологических отделений многопрофильных клиник и реабилитационных центров, занимающихся восстановительным и реабилитационным лечением спортсменов различных спортивных квалификаций.

Настоящие методические рекомендации рассматривают проблему рациональной непротивной поддержки спортсменов на втором и третьем реабилитационном этапе и содержат нормативные критерии расчета индивидуальной нутритивной поддержке спортсменов на реабилитационном этапе, с учетом различных программ ЛФК и реабилитации, включая занятия с применением роботизированных биомеханических комплексов.

Данные методические рекомендации могут быть использованы как в системе медико-биологического обеспечения спортивных сборных команд Федерального медико-биологического агентства, так и в учреждениях региональной и муниципальной принадлежности.

2. Общие положения

Современное питание спортсменов основано на принципах рационального питания и особенностях мышечной деятельности в процессе тренировочного процесса.

Функции питания в спорте многообразны и заключаются в обеспечении физической работоспособности и выносливости организма, реабилитации организма после тяжелых физических нагрузок, а также в сохранении и поддержании здоровья и физического благополучия. Спортсмены в период тренировок и соревнований испытывают повышенные физические и психо-эмоциональные нагрузки, что диктует необходимость количественных изменений соотношения основных пищевых веществ и потребности в энергии по сравнению с лицами, не занимающимися спортом

В основе циклических упражнений лежит ритмический двигательный рефлекс, проявляющийся автоматически, что требует сочетания преимущественно аэробной выносливости с хорошей координацией движений. Энергообеспечение мышечной активности циклических видов спорта обеспечивается преимущественно по пути аэробного гликолиза и гликогенолиза, а также бета-окисления жиров.

Для видов спорта, требующих выносливости, рекомендуется особое соотношение белков, жиров и углеводов в процентах по калорийности и составляет 13-15:24-25:58-61, а в период тяжелых и длительных физических нагрузок доля углеводов может быть увеличена до 70% по калорийности. При повышенных физических нагрузках необходимо также увеличивать количество белка в рационе до 1,2- 1,4 г на 1 кг массы тела в сутки

Недостаточность белка у лиц, имеющих интенсивные физические нагрузки, может привести к возникновению отрицательного азотистого баланса, повышению белкового катаболизма, потере мышечной массы и медленному восстановлению

Повышенные нагрузки должны сопровождаться увеличением энергетической ценности рациона от 69-75 ккал на 1 кг массы тела. При этом потребление углеводов должно составлять 10,8-15,8 г/кг соответственно.

Приведенные выше факты диктуют необходимость оптимизации питания спортсменов с целью профилактики возможных метаболических нарушений, вызванных интенсивными физическими нагрузками.

Потребление белка, жира и углеводов по калорийности рациона в среднем составило: 56,09 г белка/сутки при норме 85 г белка при весе 70 кг, 50,52 г (из них 43 г насыщенных жиров) жиров при норме 127 г жиров (из которых 2/3 должны быть ненасыщенные), углеводы 152,9 г, при норме 340 г углеводов (включая волокнистые), средняя суточная калорийность рациона спортсмена при нахождении в стационаре составила 1300 ккал, при минимальной 2850 для спортсмена весом 70 кг.

Для повышения количества гликогена в мышцах для большинства гликолитических и аэробных видов спорта рекомендуется соотношение 15%, 25% и 60%, соответственно, белка, жира и углеводов по калорийности.

Важно отметить, что почти в 1,7 раза выше рекомендуемой величины потребление насыщенных жирных кислот (НЖК) (в % по калорийности рациона). Низкое поступление с рационом пищевых волокон.

Анализ потребления микронутриентов показал недостаточный уровень в рационе витаминов С, В1, В2, А, РР, кальция и железа по сравнению с рекомендуемыми величинами для спортсменов циклических видов спорта. Средние величины потребления витаминов и минеральных веществ составили (в сутки): В1 – 1,3±0,1 мг, В2 – 1,7±0,1 мг, С – 109,3±21,6 мг, А – 654,0±51,4 мкг ретинол-экв., РР – 20,5±1,4 мг, кальций – 951,5 мг, железо – 13,3±1,5 мг

Низкий уровень потребления овощей и фруктов (334,3±32,3 г/день), высокий - кондитерских изделий (67,8±9,4 г/день).

Таким образом, при анализе фактического питания у спортсменов выявлена несбалансированность рационов по основным пищевым веществам (белки, жиры, углеводы), в том числе нарушения структуры потребления макро- и микронутриентов, дефицит потребления с рационами витаминов и минеральных веществ что является фактором риска развития алиментарно-зависимых заболеваний. Отмечены низкие величины потребления овощей и фруктов, молочных продуктов низкой жирности, рыбопродуктов.

3. Анализ видоспецифичных энерготрат, в зависимости от программы реабилитации

Все спортсмены проходили реабилитацию согласно классической комплексной методики реабилитационного лечения в течении 21 дня, видоспецифичной для конкретной нозологической формы, характера травмы и этапа восстановления.

В программу реабилитации входили:

- Лечебная физкультура;
- Тренировки на роботизированном комплексе Кон-Трекс;
- Кардионагрузки;
- Кардионагрузки на подводной беговой дорожке;
- Функциональное тестирование на максимальных и субмаксимальных мощностях в начале и конце исследования;
- Физиотерапевтические процедуры;
- Психологическая коррекция.

Суммарное время ежедневной реабилитации составляло $4 \pm 0,21$ часа в день.

Динамика мощности на ПАНО у обследованных спортсменов представлена на рис 1. Как видно из графика, реабилитационно-восстановительное лечение, направленное на восстановление спортсменов сборных команд России после перенесенных травм и заболеваний не сопровождается повышением работоспособности и характеристик косвенно за нее отвечающих.

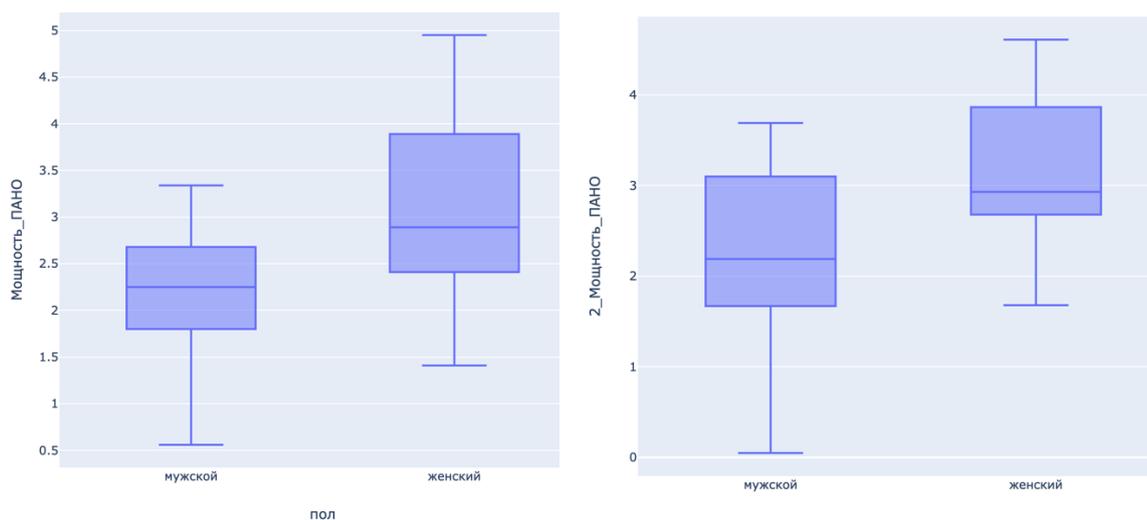


Рисунок 1 - Мощность на ПАНО (слева в первый день исследования, справа - после его завершения)

Динамика суточного энергообмена в покое представлена у обследованных спортсменов представлена на рис 20. Как видно из рисунка, показатели основного энергообмена в покое у спортсменов, проходящих реабилитационно-восстановительное лечение, направленное на восстановление спортсменов сборных команд России после перенесенных травм и заболеваний, практически не меняются от начала к концу реабилитационного процесса, однако динамические показатели энергообмена в нагрузке (в т.ч. на ПАНО и пиковые) значительно увеличиваются к третьей неделе реабилитационного процесса.

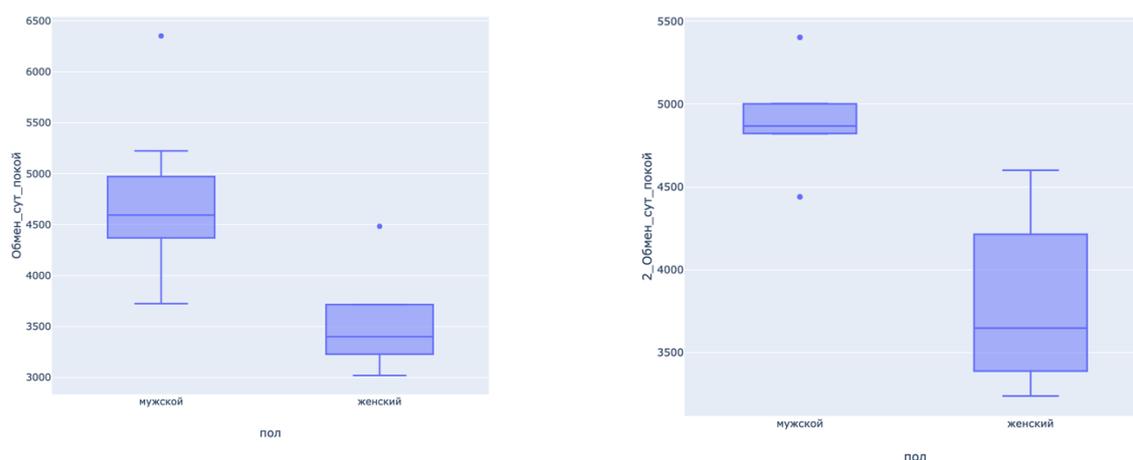


Рисунок 2 - Уровень общего энергообмена в покое

Основные характеристики спортсменов, полученные в ходе определения фактических энерготрат и расчет необходимой нутритивной поддержки для поддержания адекватного состояния мышечной массы высококвалифицированных спортсменов при лечении в условиях стационара заболеваний и травм представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Динамика исследуемых характеристик у спортсменов сборных команд, включенных в исследование

Параметр	ед.изм	До		После	
		среднезнач ение	ст. отклонение	среднезнач ение	ст. отклонение
рост	см	171.82	9.46	171.82	9.46
вес	кг	70.86	12.3	70.48	12.01
ЧСС в покое	уд/мин	84.3	11.94	79.84	4.3
ЧСС на ПАНО	уд/мин	148.6	19.74	150.79	12.98
ЧСС на ПИКЕ	уд/мин	173.42	11.73	171.86	13.06
Общий суточный обмен в покое	ккал/сут	4291.76	866.3	4486.17	647.29
Общий суточный обмен на ПАНО	ккал/сут	14609.57	1858.81	16278.63	3474.74
Мощностьна ПАНО	кв	2.55	0.89	2.59	0.99

Особое место в нашем исследовании занимает анализ видоспецифичных энерготрат, характерных для отдельных видов реабилитационно-восстановительных мероприятий. Ожидаемо, наиболее затратными, в абсолютном временном эквиваленте, являются кардионагрузки с применением

подводной беговой дорожки и составляют от 4.4 до 5.4 ккал/мин. В то время как занятие ЛФК имеют меньший минутный объем энергозатрат (3.4-4.2 ккал/мин), однако, в связи со значительно большей временной экспозицией составляют до половины энергозатрат реабилитационного процесса.

Отдельным реабилитационно-диагностическим мероприятием является функциональное тестирование, проводимое как в соответствии с протоколом нашего исследования, так и в рамках обязательного реабилитационного протокола центра спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Тестирование на субмаксимальных нагрузках имеет коэффициент энергозатрат 1.7 и составляет от 3.8 до 4.9 ккал/ в минуту. При 25 минутной временной экспозиции данного диагностического теста, фактические энергозатраты спортсменов в день проведения тестирования увеличиваются на 210-350 ккал и должны быть дополнительно компенсированы продуктами специализированного спортивного питания либо за счет общебольничного диетпитания.

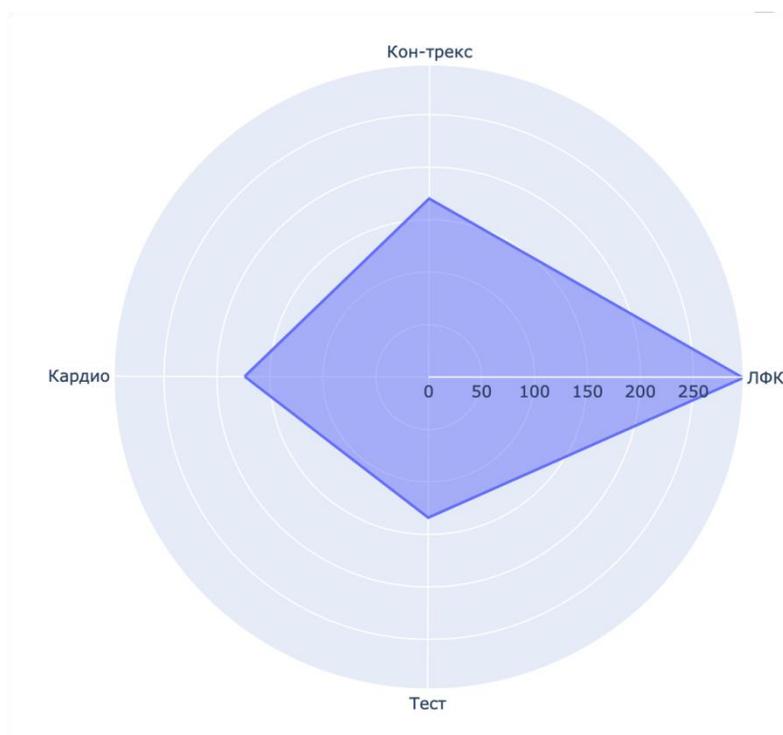


Рисунок 3 - Фактические энергозатраты, в зависимости от вида реабилитационной нагрузки (средние значения, ккал)

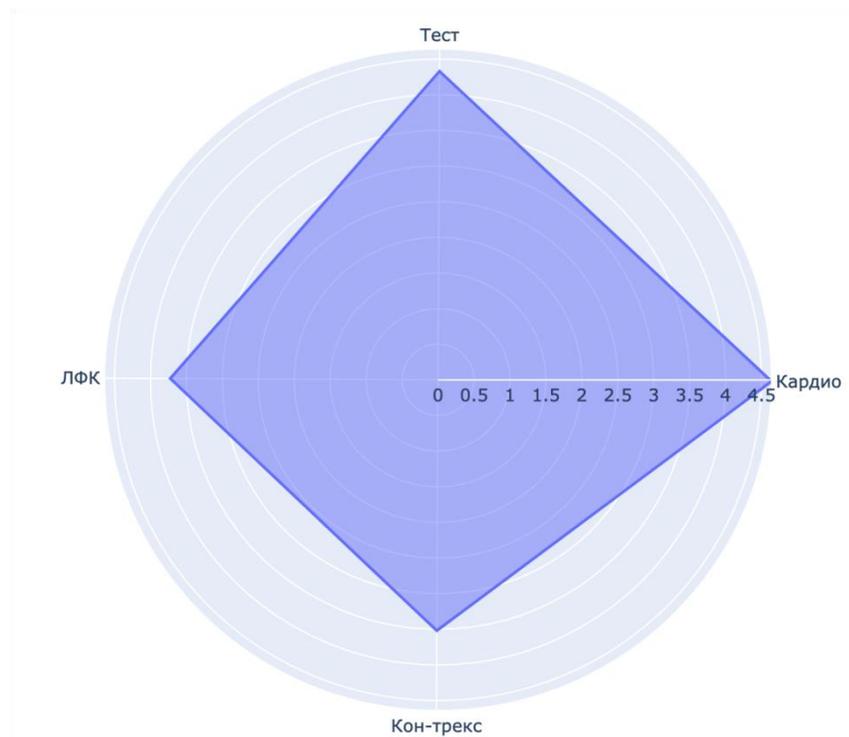


Рисунок 4 - Фактические энерготраты, в зависимости от вида реабилитационной нагрузки (минутные значения, ккал/мин)

Обращает на себя внимание отчетливая тенденция к росту энерготрат с течением реабилитационного процесса (рисунки 3-4а). Прирост физической активности, определенный течением реабилитационного процесса и повышения интенсивности физических нагрузок, выполняемых спортсменами в период реабилитации к третьей неделе реабилитационного процесса вырастаем практически вдвое, по сравнению с началом восстановительного лечения. Данный факт хорошо коррелирует с данными мировой литературы и клиническими наблюдениями, проводимыми в центре спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России и свидетельствует о благоприятном течении восстановительных процессов.

Однако, повышение физической активности, ровно как и повышение их энергозатратности, необходимо компенсировать рациональной нутритивной поддержкой.

Общий стол диетпитания, предлагаемый пациентам, на стационарном этапе, не только не учитывает специфической потребности спортсменов в

аминокислотных и энерготропных микронутриентах, но даже не покрывает потребность в потребляемых калориях, т.к. рассчитан на 2000 ккал суточного энергообмена.

Данные непрямой калориметрии свидетельствуют, что уже в начале реабилитационного периода общий обмен высококвалифицированных спортсменов составляет более 4400 ккал/сут. Включение дополнительных нагрузок реабилитационного процесса, специфичного для фаст-трек реабилитации спортсменов сборных команд и их сверхбыстрого восстановления, приводит к росту энергопотребления на дополнительные 400-800 ккал, в зависимости от этапа реабилитации, что должно быть компенсировано за счет внедрения в рацион спортсменов, проходящих восстановительное лечение после перенесенных травм и заболеваний, на стационарном этапе, дополнительных специализированных продуктов спортивного питания, в первую очередь для поддержания адекватной мышечной массы и о компенсации энергодефицита.

Таблица 2 - Средние энерготраты по дням (в ккал)

День	1	2	3	4	5
Энерготраты (ккал)	789.68	492.10	605.03	353.16	476.82
День	8	9	10	11	12
Энерготраты (ккал)	567.75	709.62	427.02	553.65	430.72123
День	15	16	17	18	19
Энерготраты (ккал)	597.74	704.48	444.06	644.24	557.50
День	21				
Энерготраты (ккал)	544.44				

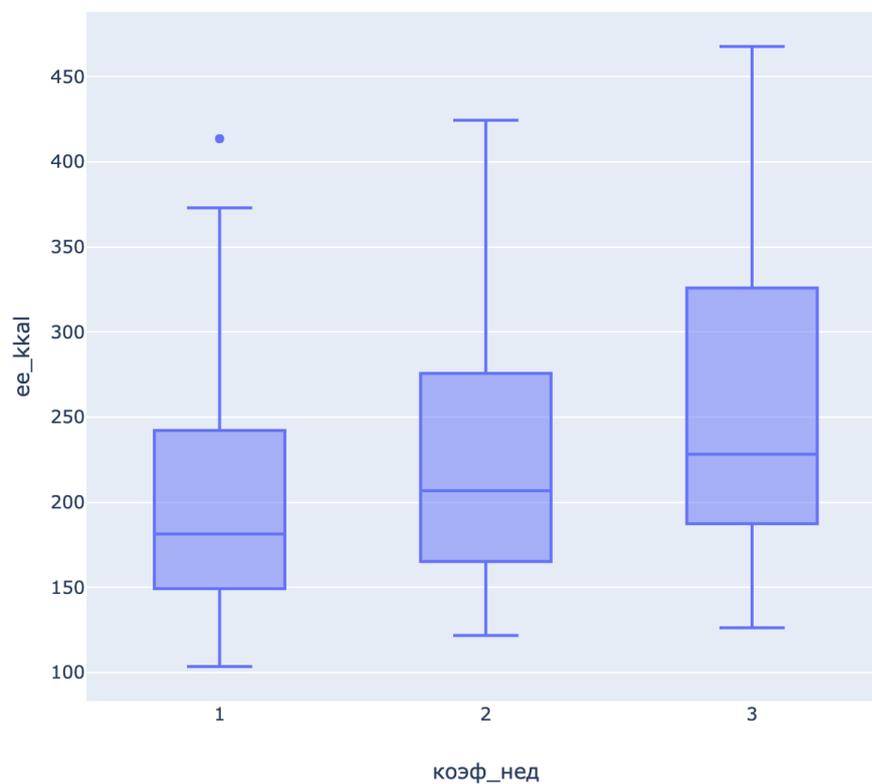


Рисунок 5 - Фактические энергозатраты в зависимости от недели реабилитационного процесса (средние значения, ккал)

Энергозатраты в среднем эквивалентном значении, в соответствии с днем реабилитационного процесса представлены в таблице 2 и на рисунке 5.

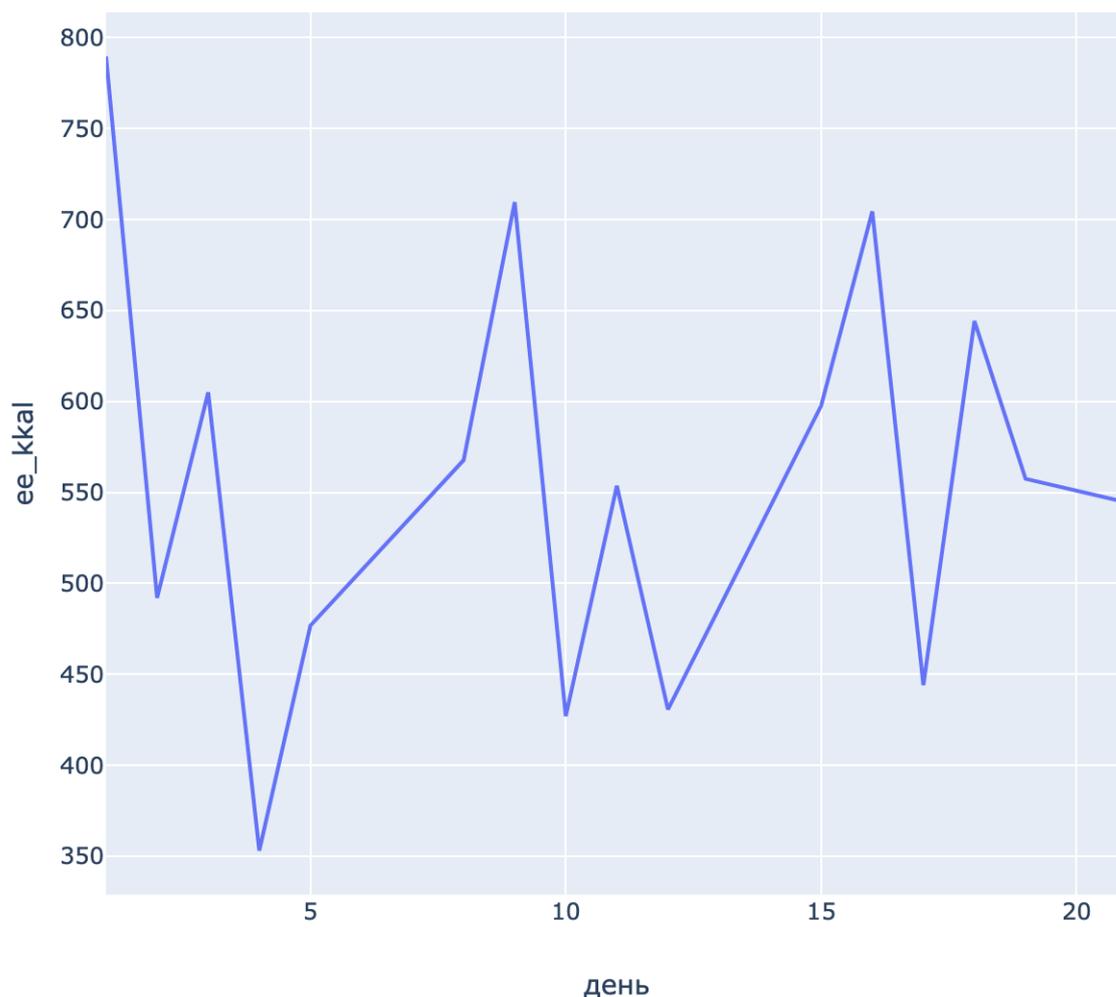


Рисунок 6 - Средние энерготраты (ккал) по дням реабилитационного процесса.

Анализ фактических энергозатрат спортсменов (рисунок 6), на реабилитационном этапе, проходящих восстановительное лечение после перенесенных травм и заболеваний в центре спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России позволил выявить устойчивую тенденцию к ежедневному приросту фактических энерготрат последовательно в течении всего периода реабилитации. При этом ежедневные колебания интенсивности предъявляемой физической нагрузки и персонализация реабилитационно-восстановительных мероприятий в зависимости от актуального функционального состояния спортсменов, обуславливают целесообразность еженедельной коррекции разрабатываемых программ рациональной нутритивной поддержки спортсменов сборных команд на этапе реабилитационного лечения в условиях стационара.

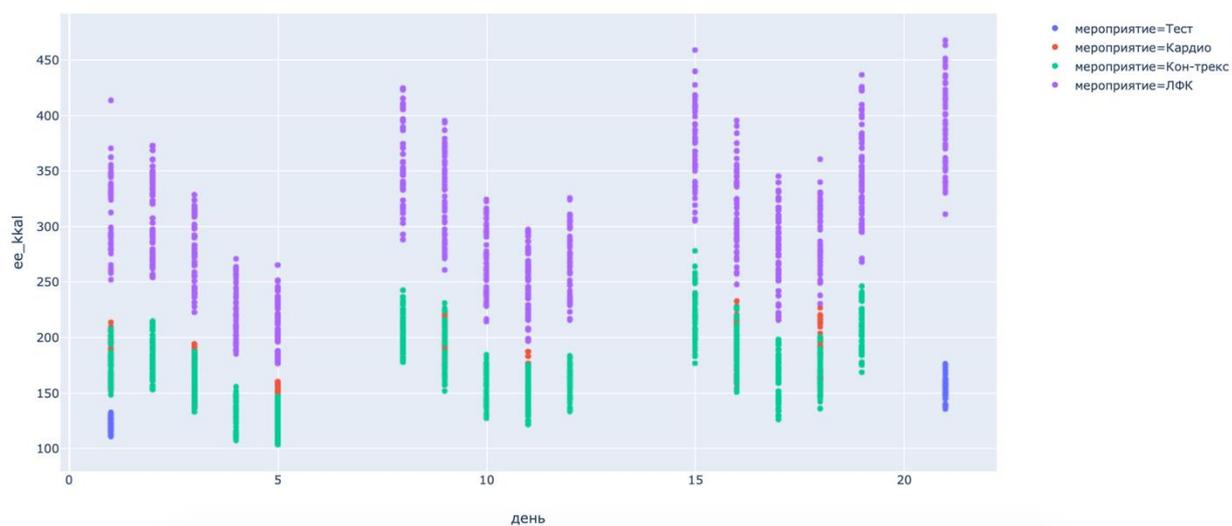


Рисунок 7 - Сводная скаттерограмма энерготрат (ккал) всех спортсменов, принявших участие в исследовании по дням реабилитационного процесса

Анализ индивидуальной вариативности фактических энергозатрат (рисунок 7) в условиях реабилитационного лечения на реабилитационном этапе, проходящих восстановительное лечение после перенесенных травм и заболеваний в центре спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России показал, что при сохранении общего тренда к увеличению интенсивности физических нагрузок, индивидуальные особенности физиологии спортсмена и течения восстановительного процесса не оказывают выраженного влияния на объем энергозатрат спортсменов. Данный факт обусловлен персонифицированным подходом врачей по спортивной медицине центра спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России, который позволяет максимально интенсифицировать реабилитационный процесс при различных видах перенесенных травм и проведенных оперативных вмешательств.

4. Алгоритм расчета рациональной нутритивной поддержки для спортсменов сборных команд, проходящих реабилитационное лечение после перенесенных травм и заболеваний.

Для расчета рациональной нутритивной поддержки высококвалифицированных спортсменов, на этапах реабилитационного лечения необходимо с прецизионной точностью определять персональные показатели не только общего энергообмена, но также, специфичные для конкретных реабилитационных программ. Так, кардионагрузки, сопряжены с значительно более высокими показателями минутного обмена по сравнению с лечебной физкультурой и упражнениями на растяжку. Однако, временной фактор длительности упражнений оказывает значительное вклад в суммарное энергопотребление, в связи с чем необходимо проводить индивидуальную оценку и персонализированный расчет видоспецифичных энергозатрат спортсмена на этапах реабилитационного лечения учитывающих:

1. Программу реабилитации;
2. Расписание реабилитационных мероприятий;
3. Недельную динамику переносимости нагрузки;
4. Индивидуальные особенности энергообмена и общей толерантности к физической нагрузке.

Научно-исследовательская работы, проведенная с участием 52 высококвалифицированных спортсменов-членов сборных команд России по Олимпийским видам, проходившим реабилитационно-восстановительное лечение в Центре спортивной медицины и реабилитации ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в период с мая по октябрь 2019 г. позволила рассчитать минутные значения энергозатрат, специфичных для отдельных видов реабилитационного лечения, которые следует учитывать, при расчете

рациональной непротивной поддержке спортсменов сборных команд на реабилитационно-восстановительном этапе лечения в условиях стационара и дневного стационара, а также амбулаторной реабилитационной практики.

Таблица 3. Нормативы минутных энергозатрат, в зависимости от вида и этапа реабилитации.

п/п	Дни реабилитации	Вид реабилитационных мероприятий	Минутные энергозатраты (ккал/мин)
1	1-7	Кардионагрузки	4.59
2	1-7	ЛФК	3.67
3	1-7	Силовая тренировка	3.48
4	8-14	Кардионагрузки	4.69
5	8-14	ЛФК	3.75
6	8-14	Силовая тренировка	3.54
7	9-21	Кардионагрузки	4.76
7	9-21	ЛФК	3.81
7	9-21	Силовая тренировка	4.44

Значения минутных энергозатрат следует использовать при расчете программы рациональной нутритивной поддержке и компенсации реабилитационных энергозатрат у спортсменов на этапе реабилитационного лечения по формуле:

$$ee = \sum(t * ee_{min}), \text{ где}$$

ee – суммарное энергопотребление, специфичное для программы реабилитации, t – время нагрузки, ee_{min} – минутные энергозатраты, учитывавшие этап реабилитационного процесса (таблица 3)

Например, для определения рациональной нутритивной поддержки спортсмена, на 12 день реабилитации, которому назначено ЛФК в течении 60 минут, силовая тренировка 45 минут и кардионагрузки в течении получаса расчетные энергозатраты составят:

$$ee = \sum(t*ee_{min}) = (60*3.75)+(45*3.54)+(30*4.69)=525 \text{ ккал}$$

Таким образом, для компенсации видоспецифичных реабилитационных энергозатрат, нам необходимо довести в рацион спортсмена в данный день, при данной программе реабилитационного лечения 525 ккал либо в виде дополнительного диетпитания, либо с применением специализированных продуктов сбалансированного спортивного питания.

Данный расчетный метод определения рациональной нутритивной поддержке может применяться при отсутствии высокоточных неинвазивных инструментальных методов определения энергозатрат, таких как пульсометр Polar H10/ОH1, fitbit и аналогичные.

Наиболее точный расчет индивидуальных энергозатрат может быть произведен с применением классической методики вариационной пульсометрии с индивидуальными трекерами сердечного ритма, с последующей программной постобработкой (либо расчет энергопотребления нативным ПО, например polar beat™), либо с применением специализированного программного обеспечения (например kubios standart) доступного для операционных систем windows, mac os и linux, и имеющих бесплатную лицензию.

Пример автоматического расчета энергозатрат, в ответ на конкретную физическую нагрузку предоставлен на рисунке 4.

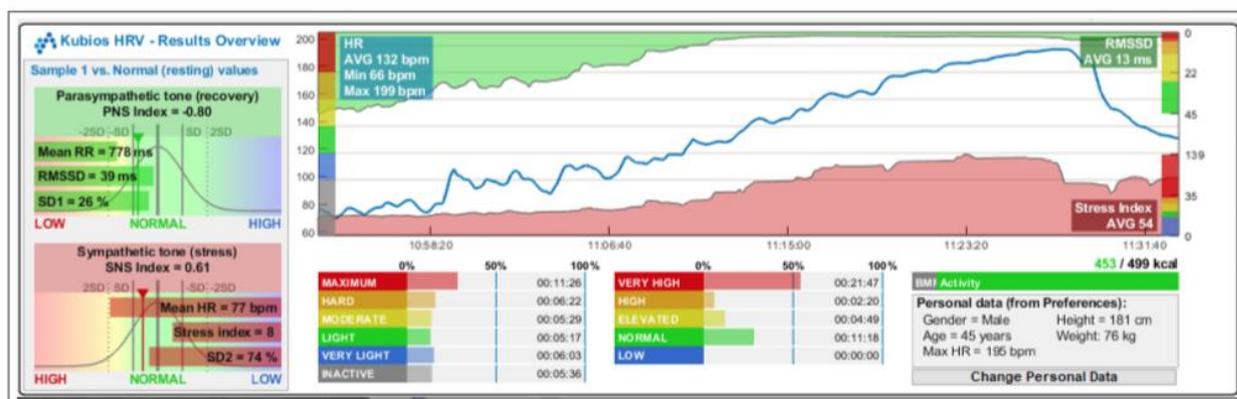


Рисунок 4. Пример автоматического расчета энергозатрат Kubios v.3.1.1.

6. Выводы и рекомендации

1. При расчете рациональной нутритивной поддержке спортсменов в реабилитационном процессе после перенесенных травм и заболеваний на стационарном этапе следует учитывать специфичные для реабилитационных мероприятий энергозатраты.
2. В зависимости от этапа реабилитационного процесса фактическое энергопотребление у высококвалифицированных спортсменов возрастает на 400-850 ккал/сут в дополнение к основному обмену и должно быть компенсировано за счет либо дополнительного диет. Питания, либо за счет введения в рацион специализированных продуктов спортивного питания.
3. Рациональную нутритивную поддержку спортсменов в реабилитационном процессе после перенесенных травм и заболеваний на стационарном этапе следует проводить либо с применением специализированного программного обеспечения (например Polar Beat или Kubios v.3.1 и выше), либо расчетным методом, ориентируясь на таблицу расчетных энергозатрат по формуле, предложенной авторским коллективом $ee = \sum(t \cdot day \cdot ee_{min})$.

Список использованной литературы

1. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. Sports injuries and illnesses during the London summer Olympic games 2012 (2013) *Br J Sports Med*;47(7):407–14.
2. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: a prospective study of 11 274 athletes from 207 countries (2017) *Br J Sport Med*.;51(17):1–8
3. Biolo, G., Ciocchi, B., Stulle, M., Bosutti, A., Barazzoni, R., Zanetti, M., et al. (2007). Calorie restriction accelerates the catabolism of lean body mass during 2 wk of bed rest. *Am J Clin Nutr.*, 86(2), 366-372.
4. Pasiakos, S., Vislocky, L., Carbone, J., Altieri, N., Konopelski, K., Freake, H., et al. (2010). Acute energy deprivation affects skeletal muscle protein synthesis and associated intracellular signaling proteins in physically active adults. *J Nutr.*, 140(4), 745-751.
5. Demling RH (2009) Nutrition, anabolism, and the wound healing process: an overview, *Eplasty*, 9:e9.
6. Babraj JA, Cuthbertson DJ, Smith K, Langberg H, Miller B, Krogsgaard MR, Kjaer M, Rennie MJ (2005) Collagen synthesis in human musculoskeletal tissues and skin. *Am J Physiol Endocrinol Metab*; 289:E864–E869
7. Babraj JA, Smith K, Cuthbertson DJ, Rickhuss P, Dorling JS, Rennie MJ (2005) Human bone collagen synthesis is a rapid, nutritionally modulated process. *J Bone Miner Res*; 20: 930–937.
8. Delmi M, Rapin CH, Bengoa JM, Delmas PD, Vasey H, Bonjour JP (1990) Dietary supplementation in elderly patients with fractured neck of the femur. *Lancet*; 335: 1013–1016.
9. Eneroth M, Olsson UB, Thorngren KG (2006) Nutritional supplementation decreases hip fracture-related complications, *Clin Orthop Relat Res*; 451: 212–217.

10. Schurch MA, Rizzoli R, Slosman D, Vadas L, Vergnaud P, Bonjour JP (1998) Protein supplements increase serum insulin-like growth factor-I levels and attenuate proximal femur bone loss in patients with recent hip fracture. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med*; 128: 801– 809.
11. Glover, E., Phillips, S., Oates, B., Tang, J., Tarnopolsky, M., Selby, A., et al. (2008). Immobilization induces anabolic resistance in human myofibrillar protein synthesis with low and high dose amino acid infusion. *J Physiol*, 586, 6049-6061.
12. Wall, B., Snijders, T., Senden, J., Ottenbros, C., Gijsen, A., Verdijk, L., et al. (2013). Disuse impairs the muscle protein synthetic response to protein ingestion in healthy men. *J Clin Endocrinol Metab*, 98(12), 4872-4878.
13. Breen L, Stokes KA, Churchward-Venne TA, Moore DR, Baker SK, Smith K, Atherton PJ, Phillips SM (2013) Two weeks of reduced activity decreases leg lean mass and induces ‘anabolic resistance’ of myofibrillar protein synthesis in healthy elderly. *J Clin Endocrinol Metab* 98:2604–2612
14. Ferrando, A., Tipton, K., Bamman, M., & Wolfe, R. (1997). Resistance exercise maintains skeletal muscle protein synthesis during bed rest. *J Appl Physiol.*, 82(3), 807-810.
15. Abadi, A., Glover, E., Isfort, R., Raha, S., Safdar, A., Yasuda, N., et al. (2009). Limb immobilization induces a coordinate down-regulation of mitochondrial and other metabolic pathways in men and women. *PLoS One*, 4(8), e6518.
16. Moore, D., Robinson, M., Fry, J., Tang, J., Glover, E., Wilkinson, S., et al. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr*, 89(1), 161-168.
17. Pennings, B., Groen, B., de Lange, A., Gijsen, A., Zorenc, A., Senden, J., et al. (2012). Amino acid absorption and subsequent muscle protein

- accretion following graded intakes of whey protein in elderly men *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 302(8), E992-999.
18. Witard, O., Jackman, S., Breen, L., Smith, K., Selby, A., & Tipton, K. (2014). Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *Am J Clin Nutr*, 99(1), 86-95
 19. Yang, Y., Breen, L., Burd, N., Hector, A., Churchward-Venne, T., Josse, A., et al. (2012). Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *Br J Nutr*, 7, 1-9.
 20. Tipton KD, Elliott TA, Ferrando AA, Aarsland AA, Wolfe RR (2009) Stimulation of muscle anabolism by resistance exercise and ingestion of leucine plus protein, *Appl Physiol Nutr Metab*, 34:151-161.
 21. Boirie, Y., Dangin, M., Gachon, P., Vasson, M., Maubois, J., & Beaufrère, B. (1997). Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 94(26), 14930-14935
 22. Tang, J., Moore, D., Kujbida, G., Tarnopolsky, M., & Phillips, S. (2009). Ingestion of whey hydrolysate, casein, or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J Appl Physiol* 107(3), 987-992.
 23. Gertjan Schaafsma, The Protein Digestibility–Corrected Amino Acid Score, *The Journal of Nutrition*, Volume 130, Issue 7, July 2000, Pages 1865S-1867S
 24. Moore, D., Tang, J., Burd, N., Rerечich, T., Tarnopolsky, M., & Phillips, S. (2009). Differential stimulation of myofibrillar and sarcoplasmic protein synthesis with protein ingestion at rest and after resistance exercise. *J Physiol*, 587, 897-904
 25. Mamerow, M. M., Mettler, J. A., English, K. L., Casperson, S. L., Arentson-Lantz, E., Sheffield-Moore, M., ... Paddon-Jones, D. (2014). Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein

- synthesis in healthy adults. *The Journal of nutrition*, 144(6), 876–880.
doi:10.3945/jn.113.185280
26. Fitts, R., Romatowski, J., Peters, J., Paddon-Jones, D., Wolfe, R., & Ferrando, A. (2007). The deleterious effects of bed rest on human skeletal muscle fibers are exacerbated by hypercortisolemia and ameliorated by dietary supplementation. *Am J Physiol Cell Physiol*, 293(1), C313-320
 27. Paddon-Jones, D., Sheffield-Moore, M., Urban, R., Sanford, A., Aarsland, A., Wolfe, R., et al. (2004). Essential amino acid and carbohydrate supplementation ameliorates muscle protein loss in humans during 28 days bedrest. *J Clin Endocrinol Metab.*, 89(9), 4351-4358.
 28. Stein, T., Donaldson, M., Leskiw, M., Schluter, M., Baggett, D., & Boden, G. (2003). Branched-chain amino acid supplementation during bed rest: effect on recovery. *J Appl Physiol*, 94(4), 1345-1352.
 29. Churchley EG, Coffey VG, Pedersen DJ, Shield A, Carey KA, Cameron-Smith D, Hawley JA (2007) Influence of preexercise muscle glycogen content on transcriptional activity of metabolic and myogenic genes in welltrained humans. *J Appl Physiol*; 102: 1604–1611.
 30. Howarth KR, Phillips SM, Macdonald MJ, Richards D, Moreau NA, Gibala MJ (2010) Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. *J Appl Physiol*; 109: 431–438.
 31. Arnold M, Barbul A (2006) Nutrition and wound healing. *Plast Reconstr Surg*; 117: 42S–58S.
 32. Galli C, Calder PC (2009) Effects of fat and fatty acid intake on inflammatory and immune responses: a critical review. *Ann Nutr Metab*; 55: 123–139.
 33. Smith, G., Atherton, P., Reeds, D., Mohammed, B., Rankin, D., Rennie, M., et al. (2011) Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia-hyperaminoacidaemia in healthy young and middle-aged men and women. *Clin Sci (Lond)*, 121(6), 267-278.

34. Trappe TA, White F, Lambert CP, Cesar D, Hellerstein M, Evans WJ (2002) Effect of ibuprofen and acetaminophen on postexercise muscle protein synthesis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*; 282:E551–E556.
35. Burd NA, Dickinson JM, Lemoine JK, Carroll CC, Sullivan BE, Haus JM, Jemiolo B, Trappe SW, Hughes GM, Sanders CE Jr, Trappe TA (2010) Effect of a cyclooxygenase-2 inhibitor on postexercise muscle protein synthesis in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*; 298:E354–E361.
36. Simopoulos AP, Leaf A, Salem N Jr (1999) Essentiality of and recommended dietary intakes for omega-6 and omega-3 fatty acids. *Ann Nutr Metab*; 43: 127–130.
37. Brooks JH, Wyld K, Taylor BCR (2015) Acute Effects of Caffeine on Strength Performance in Trained and Untrained Individuals. *J Athl Enhancement* 4:6.
38. Becque, M., Lochmann, J., & Melrose, D. (2000). Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc*, 32(3), 654-658.
39. Hespel P, Derave W (2007) Ergogenic effects of creatine in sports and rehabilitation. *Subcell Biochem*; 46: 245–259.
40. Hespel P, Op't Eijnde B, Van Leemputte M, Urso B, Greenhaff PL, Labarque V, Dymarkowski S, Van Hecke P, Richter EA (2001) Oral creatine supplementation facilitates the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *J Physiol*; 536: 625–633.
41. Johnston AP, Burke DG, MacNeil LG, Candow DG (2009) Effect of creatine supplementation during cast-induced immobilization on the preservation of muscle mass, strength, and endurance. *J Strength Cond Res*; 23: 116–120.
42. Tyler TF, Nicholas SJ, Hershman EB, Glace BW, Mullaney MJ, McHugh MP (2004) The effect of creatine supplementation on strength recovery after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a randomized, placebo-controlled, double-blind trial. *Am J Sports Med*; 32: 383–388

43. Jäger R, Shields KA, Lowery RP, De Souza EO, Partl JM, Hollmer C, Purpura M, Wilson JM. (2016) Probiotic bacillus coagulans GBI-30, 6086 reduces exercise-induced muscle damage and increases recovery. *PeerJ*.;4:e2276.
44. Gepner Y, Hoffman JR, Shemesh E, Stout JR, Church DD, Varanoske AN, Zelicha H, Shelef I, Chen Y, Frankel H, Ostfeld I. (2017) Combined effect of Bacillus coagulans GBI-30, 6086 and HMB supplementation on muscle integrity and cytokine response during intense military training. *J Appl Physiol* 1985.; 123(1):11–8.
45. Jäger R, Purpura M, Stone JD, Turner SM, Anzalone AJ, Eimerbrink MJ, Pane M, Amoroso A, Rowlands DS, Oliver JM. (2016) Probiotic Streptococcus thermophilus FP4 and Bifidobacterium breve BR03 supplementation attenuates performance and range-of-motion decrements following muscle damaging exercise. *Nutrients*.;8(10):E642
46. Vargas R, Lang CH (2008) Alcohol accelerates loss of muscle and impairs recovery of muscle mass resulting from disuse atrophy. *Alcohol Clin Exp Res*; 32: 128–137.
47. Lang CH, Frost RA, Kumar V, Wu D, Vary TC (2000) Impaired protein synthesis induced by acute alcohol intoxication is associated with changes in eIF4E in muscle and eIF2B in liver. *Alcohol Clin Exp Res*; 24: 322–331
48. Wilkinson SB, Phillips SM, Atherton PJ, Patel R, Yarasheski KE, Tarnopolsky MA, Rennie MJ (2008) Differential effects of resistance and endurance exercise in the fed state on signaling molecule phosphorylation and protein synthesis in human muscle. *J Physiol*; 586: 3701–3717
49. Waters RL, Campbell J, Perry J (1987) Energy cost of three-point crutch ambulation in fracture patients. *J Orthop Trauma*; 1: 170–173.
50. Oates, B., Glover, E., West, D., Fry, J., Tarnopolsky, M., & Phillips, S. (2010). Low-volume resistance exercise attenuates the decline in strength and muscle mass associated with immobilization. *Muscle Nerve*, 42(4), 539-546.

51. Quintero, K.J., Resende, A.D., Leite, G.S., & Junior, A.H. (2018). An overview of nutritional strategies for recovery process in sports-related muscle injuries, *Nutrire*, **43**:27
52. Отчет ВОЗ: «Факты и цифры ЕРБ В03/02/03». Копенгаген, Вена, 8.09.03.- С.5
53. Отчет ВОЗ: «Факты и цифры ЕРБ В03/06/05». Копенгаген, Бухарест, 12.09.05.- С. 7.
54. Шатерников, А.А. Физическая активность и потребность человека в энергии и пищевых веществах./ А.А.Шатерников, М.Н.Волгарев, К.А.Коровников // Теория и практика физической культуры. - 1982. – № 5. - С.22-26.
55. Diel, F. Standards of nutrition for athletes in Germany / F.Diel, R.A.Khanferyan // Вопросы питания. – 2013. - № 6. – С.14-18.
56. НИР ФГБУ ФНЦ ВНИИФК «Разработка инновационной технологии управления адаптационными процессами в организме высококвалифицированных спортсменов скоростно-силовых и циклических видов спорта в условиях тренировочной и соревновательной деятельности» выполняется в соответствии с приказом Минспорта России от 17 декабря 2014 г. No 1034 «Об утверждении Федеральному государственному бюджетному учреждению «Федеральный научный центр физической культуры и спорта» государственного задания на оказание государственных услуг (выполнение работ) на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов
57. Bone, J. L., & Burke, L. M. (2018). No Difference in Young Adult Athletes' Resting Energy Expenditure When Measured Under Inpatient or Outpatient Conditions. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 1–4.
58. Blackburn, G. L., Bistrain, B. R., Maini, B. S., Schlamm, H. T., & Smith, M. F. (1977). Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 1(1), 11–21

Сведения о редакторе и авторах:

- Самойлов Александр Сергеевич - Генеральный директор ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И.Бурназяна» ФМБА России, доктор медицинских наук, профессор, профессор РАН
- Пушкина Татьяна Анатольевна - Начальник Управления спортивной медицины и реабилитации ФМБА России
- Кобелькова Ирина Витальевна - Старший научный сотрудник НИЦ Питания и биотехнологий РАН, кандидат медицинских наук
- Ключников Михаил Сергеевич - Заведующий лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И.Бурназяна» ФМБА России
- Назарян Светлана Евгеньевна - Заведующий отделением спортивной психологии ЦСМиР «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И.Бурназяна» ФМБА России
- Пустовойт Василий Игоревич - Аспирант МБУ ИНО ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России», кандидат медицинских наук
- Разумец Елена Игоревна - Медицинский психолог ФГБУ «Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И.Бурназяна» ФМБА России
- Федин Алексей Борисович - Доцент кафедры восстановительной медицины, спортивной медицины курортологии и физиотерапии МБУ ИНО ФГБУ «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации ФМБА России», кандидат медицинских наук
- Шестопалов Александр Ефимович - Ведущий научный сотрудник ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России, доктор медицинских наук, профессор