

**ПИТАНИЕ И ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОБЩЕГО И ФИЗИЧЕСКОГО
МЕТАБОЛИЗМА**



Учебно-методическое пособие

Нижний Новгород
2021

ПИТАНИЕ И ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОБЩЕГО И ФИЗИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА

Учебно-методическое пособие

УДК 796.011.1
ББК 75.1

Большев А. С. Питание и физическая нагрузка. Методы расчета общего и физического метаболизма [Текст]: учеб.-метод. пособие / А.С.Большев, Д. Г. Сидоров, С. А. Овчинников, И. В. Волкова, В. М. Щукин; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т: – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2021. – 28 с.

Изложены общие представления о метаболизме (обмен веществ в организме). Рассматриваются понятия и сущность стимуляции процессов энергообразования, а также системы саморегуляции всех химических веществ в живом организме. Определяются стадии метаболизма – синтез из более простых в более сложные вещества.

В пособии отражены необходимые темы для сдачи тестов по предметам «Физическая культура» и «Физическая культура и спорт» студентами первого и третьего курсов. Пособие ориентировано на студентов всех специальностей ННГАСУ.

ББК 75.1

© А.С.Большев, Д. Г. Сидоров,
С. А. Овчинников, И. В. Волкова,
В. М. Щукин 2021
© ННГАСУ, 2021

Содержание

	Введение	4
1.	Общие представления о метаболизме	5
1.1	Базовый метаболизм	10
1.2	Физический метаболизм	17
1.3	Пищевой метаболизм	25
2.	Протокол исследования метаболизма студентов на тему «Питание и физическая нагрузка»	26
	Заключение	27
	Список использованной литературы	28

Введение

Современный спорт характеризуется интенсивными физическими, психическими и эмоциональными нагрузками. Средства и способы восстановления физической работоспособности должны вытекать из характера выполняемой работы. Одним из важнейших средств восстановления является питание, именно оно, в первую очередь, способно расширить границы адаптации организма к длительным или экстремальным физическим нагрузкам. Грамотное построение рациона питания с обязательным выполнением затрат энергии и поддержания водного баланса организма – важное требование организации тренировочного процесса.

В основе стратегии правильного питания людей занимающихся активными видами спорта лежат принципы сбалансированного питания, включающиеся в себя дополнительные требования:

- повышение работоспособности;
- отдаление времени утомления;
- уменьшение времени восстановления после физической нагрузки.

Без знания энергетических запросов физической активности, роли основных энергетических субстратов и представления о субстратах, лимитирующих мышечную деятельность, невозможно правильно построить тренировочный процесс.

Оптимальное возмещение расходуемого количества энергии и пищевых веществ строится на 3-х основных принципах:

1. соответствие энергетической ценности рациона расходу энергии;
2. сбалансированности рациона по основным пищевым веществам и незаменимым факторам питания применительно к определенному виду спорта;
3. выбор наиболее адекватных форм питания (продуктов и блюд) и количество приемов пищи в течение дня.

1. Общие представления о метаболизме

Характерная для современного спорта высокая степень физического и нервно-психического напряжения, обусловленная значительными по объему и интенсивности тренировочными и соревновательными нагрузками, обуславливает активизация обмена веществ (метаболизма) в организме, стимуляцию процессов энергообразования, что определяет повышенную потребность в основных пищевых веществах и энергии.

Под метаболизмом (обменом веществ) понимается саморегулируемая система всех химических реакций в живом организме, необходимая для поддержания жизни. Это набор химических реакций, которые возникают в живом организме для поддержания жизни, роста и размножения, сохранения собственных структур организма и адекватного ответа на воздействия окружающей среды.

Метаболизм обычно делят на 2 стадии: катаболизм и анаболизм. В ходе катаболизма сложные органические вещества деградируют до более простых, обычно выделяя энергию. В процессах анаболизма – из более простых синтезируются более сложные вещества и это сопровождается затратами энергии.



Серии химических реакций обмена веществ называют метаболическими путями. В них, при участии ферментов, одни биологически значимые молекулы последовательно превращаются в другие. Во многом регуляция обмена веществ осуществляется гормонами. Ферменты играют важную роль в метаболических процессах, потому что:

- действуют как биологические катализаторы и снижают энергию активации химической реакции;
- позволяют регулировать метаболические пути в ответ на изменения среды клетки или сигналы от других клеток.

Особенности метаболизма влияют на то, будет ли пригодна определенная молекула для использования организмом в качестве источника энергии.

Любая физическая работа сопровождается изменением скорости метаболических процессов в организме, появлением биохимических сдвигов в работающих мышцах, внутренних органах и крови.

В основе всех биохимических изменений, возникающих при работе, лежит изменение направленности метаболизма. При выполнении физической нагрузки в организме повышается скорость катаболических процессов, сопровождающихся выделением энергии и синтезом АТФ, при одновременном снижении скорости анаболизма, потребляющего значительное количество АТФ для обеспечения различных синтезов.

Необходимая перестройка метаболизма во время мышечной деятельности происходит под воздействием нервно-гуморальной регуляции. Эта регуляция предназначена для создания мышцам оптимальных условий при выполнении ими сократительной функции.

Органические вещества, входящие в состав всех живых существ (животных, растений, грибов и микроорганизмов), представлены в основном аминокислотами, углеводами, липидами (часто называемые жирами) и нуклеиновыми кислотами. Так как эти молекулы имеют важное значение для жизни, метаболические реакции сосредоточены на создании этих молекул при строительстве клеток и тканей или разрушении их с целью использования в

качестве источника энергии. Многие важные биохимические реакции объединяются вместе для синтеза ДНК и белков.

Метаболизм включает широкий спектр химических реакций, большинство из которых относится к нескольким основным типам реакций переноса функциональных групп.

Для переноса функциональных групп между ферментами, катализирующими химические реакции, используются коферменты.

Каждый класс химических реакций переноса функциональных групп катализируется отдельными ферментами и их кофакторами.

Аденозинтрифосфат (АТФ) – один из центральных коферментов, универсальный источник энергии клеток. Этот нуклеотид используется для передачи химической энергии, запасенной в макроэргических связях, между различными химическими реакциями.

В клетках существует небольшое количество АТФ, который постоянно регенерируется из АДФ и АМФ. Организм человека за сутки расходует массу АТФ, равную массе собственного тела [2].

АТФ выступает в качестве связующего звена между катаболизмом и анаболизмом: при катаболических реакциях образуется АТФ, при анаболических – энергия потребляется. АТФ также выступает донором фосфатной группы в реакциях фосфорилирования. Неорганические элементы играют важнейшую роль в обмене веществ.

Баланс этих ионов внутри клетки и во внеклеточной среде определяет осмотическое давление и рН. Концентрации ионов также играют важную роль для функционирования нервных и мышечных клеток. Потенциал действия в возбудимых тканях возникает при обмене ионами между внеклеточной жидкостью и цитоплазмой. Электролиты входят и выходят из клетки через ионные каналы в плазматической мембране. Например, в ходе мышечного сокращения в плазматической мембране, цитоплазме и Т-трубочках перемещаются ионы кальция, натрия и калия.

Катаболизмом называют метаболические процессы, при которых расщепляются относительно крупные органические молекулы сахаров, жиров, аминокислот. В ходе катаболизма образуются более простые органические молекулы, необходимые для реакций анаболизма (биосинтеза). Часто именно в ходе реакций катаболизма организм мобилизует энергию, переводя энергию химических связей органических молекул, полученных в процессе переваривания пищи, в доступные формы: в виде АТФ, восстановленных коферментов и трансмембранного электрохимического потенциала. У животных эти реакции сопряжены с расщеплением сложных органических молекул до более простых, таких как двуокись углерода и воду.

Анаболизм – совокупность метаболических процессов биосинтеза сложных молекул с затратой энергии. Сложные молекулы, входящие в состав клеточных структур, синтезируются последовательно из более простых предшественников. Анаболизм включает три основных этапа, каждый из которых катализируется специализированным ферментом.

На первом этапе синтезируются молекулы-предшественники, например, аминокислоты, моносахариды, терпеноиды и нуклеотиды.

На втором этапе предшественники с затратой энергии АТФ преобразуются в активированные формы.

На третьем этапе активированные мономеры объединяются в более сложные молекулы, например, белки, полисахариды, липиды и нуклеиновые кислоты.

Не все живые организмы могут синтезировать все биологически активные молекулы. Человеческий организм способен синтезировать лишь 10 аминокислот, остальные должны быть получены из пищи [3]. Аминокислоты, соединёнными пептидными связями, образуют белки. Каждый белок имеет уникальную последовательность аминокислотных остатков (первичная структура белка). Подобно тому, как буквы алфавита могут комбинироваться с образованием почти бесконечных вариаций слов, аминокислоты могут

связываться в той или иной последовательности и формировать разнообразные белки.

Нуклеотиды образуются из аминокислот, углекислого газа и муравьиной кислоты в цепи реакций, для протекания которых требуется большое количество энергии. Именно поэтому большинство организмов имеют эффективные системы сохранения ранее синтезированных нуклеотидов и азотистых оснований.

Кроме всего, организм постоянно подвергается воздействию соединений, накопление которых может быть вредно для клеток. Такие потенциально опасные чужеродные соединения называются ксенобиотиками [4]. Ксенобиотики, например синтетические лекарства и яды природного происхождения, детоксифицируются специализированными ферментами. У человека такие ферменты представлены, например, цитохром-оксидазами, глюкуронилтрансферазой и глутатион S-трансферазой.

Общий ежедневный расход энергии человека складывается из ряда отдельных компонентов. Различают три вида метаболизма:

Самой большой составляющей являются энергозатраты в состоянии покоя, это расход энергии на **основной** (базальный) **метаболизм** (ОО) – около – 70%,

Другой компонент – расход энергии в состоянии активности – 20%.

Физический метаболизм (ФМ) в свою очередь можно разделить на:

- расход энергии на термогенез во время спортивных упражнений;
- расход энергии на термогенез во время активности, не связанной с упражнениями (восстановление после физической нагрузки).

Пищеварительный метаболизм – термический эффект пищи, энергия затраченная на получение энергии из пищи (ПМ) – 10%.

Скорость протекания метаболизма – динамическая величина. Дефицит энергии в организме, снижение массы тела влияет на энергообмен организма.

1.1. Базовый метаболизм

Базовый обмен веществ (основной) или базальный метаболизм – это минимальное количество калорий (энергии), которое сжигает ваш организм в состоянии покоя, необходимое для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма.

Основной обмен – это минимальное количество энергии, необходимое для обеспечения нормальной жизнедеятельности организма в стандартных условиях. Под стандартными условиями обычно подразумевают: бодрствование, утром, натощак (после 12-6 часов голодания), в лежачем положении, в условиях психологического и эмоционального покоя, температура комфорта (18 -20 С).

Интенсивность основного обмена у мужчин в среднем составляет 1 ккал/кг/ч, то есть за сутки на основной обмен расходуется 1700 ккал для мужчины весом 70 кг. Для женщин эта величина на 10% меньше.

Освобождаемая в ходе метаболизма тепловая энергия расходуется на поддержание постоянства температуры тела. Эта энергия также расходуется на процессы клеточного метаболизма, кровообращение, дыхание, выделение, поддержание температуры тела, функционирование жизненно важных нервных центров мозга, постоянную секрецию эндокринных желез. Энергозатраты организма возрастают при физической и умственной работе, психоэмоциональном напряжении, после приема пищи, при понижении температуры. Благодаря полноценности основного метаболизма обеспечиваются:

- синтез основных гормонов;
- синтез основных ферментов;
- обеспечение базовой когнитивной функции;
- переваривание пищи;
- сон;

- поддержание работоспособности иммунитета;
- поддержание соотношения анаболических процессов по отношению к катаболическим;
- поддержание дыхательных функций;
- транспортировка кровью основных энергетических элементов;
- поддержание постоянной температуры тела по закону Рубнера.

Факторы, определяющие базовый фон, и количество распределяемой энергии:

- *количество поступающей энергии* – чем свободней человек относится к своему питанию (постоянный переизбыток калорийности, частые перекусы, разгон метаболизма, тем активнее тратит организм их даже в пассивном режиме; все это приводит к постоянному гормональному фону и общему увеличению нагрузки на организм, и, как следствие, более быстрый выход отдельных систем из строя;
- *наличие искусственных стимуляторов скорости метаболизма*, например, люди, употребляющие кофеин имеют более низкий базальный метаболизм в случае отказа от кофеина. В то же время, их гормональная система начинает давать сбой;
- *общая подвижность человека* – так, во время сна, организм транспортирует глюкозу из печени в мышцы, синтезирует новые аминокислотные цепочки, и синтезирует ферменты; количество (а, значит, и ресурсы), которые тратятся на эти процессы, напрямую зависят от общей нагрузки на организм;
- *изменение базовой скорости метаболизма* – так, если человек, вывел себя из баланса (естественной скорости), то организм будет тратить дополнительную энергию на восстановление и стабилизацию всех процессов; причем это касается как ускорения, так и замедления;
- *наличие внешних факторов* – изменение температуры, заставит усиленно выделять тепло кожными покровами для поддержания общей

температуры, что может изменить динамический фактор, влияющий на общий уровень базального метаболизма;

- *соотношение усваиваемых и выводимых нутриентов* – при постоянном переизбытке калорийности, организм может просто отказаться от лишних нутриентов, в этом случае, базальные растраты увеличатся на процесс превращения полезных нутриентов в транспортировочный шлак.

Изначальная скорость метаболизма определяется как соотношение общей подвижности к наличию избытка энергии. Базальный метаболизм регулируется изначально уровнем гормонов в крови. С взрослением, базальный метаболизм замедляется, это связано с оптимизацией ресурсов организма, в попытках на дольше растянуть срок службы основных систем. Без окисления сложных полисахаридов до уровня простых моносахаридов, выделение энергии невозможно. При большом количестве кислорода, скорость выделения увеличивается, что увеличивает и затраты базового метаболизма. В тоже время, в условиях недостатка кислорода, организм может перейти на топление жировых тканей, что кардинально отличается по скорости и по затратности. Доказано, что весной и ранним летом основной обмен повышен, а зимой и поздней осенью обменные процессы замедляются. Еда и ее последующее переваривание усиливают основной обмен, особенно если в рационе преобладают белки. Указанное влияние пищи на скорость базального метаболизма называется «специфическим динамическим действием пищи». Ограничение питания или его избыток, концентрация различных питательных веществ в рационе питания непосредственно влияет на скорость основного обмена.

Средние затраты энергии основного обмена на поддержание оптимального функционального состояния организма:

- ✓ Печень потребляет – 27%;
- ✓ Мозг – 19%;
- ✓ Мышцы – 18%;
- ✓ Почки – 10%;

- ✓ Сердце – 7%;
- ✓ Остальные органы и ткани – 19%.

Величина базового обмена веществ определяется комбинацией генетических (внутренних) и внешних факторов:

1. возраст: с возрастом базовый обмен замедляется; начиная с 20-летнего возраста, каждые десять лет этот показатель снижается в приблизительно на 2%;
2. пол человека: интенсивность основного обмена у мужчин в среднем составляет 1 ккал/кг/ч, то есть за сутки на основной обмен расходуется 1700 ккал для мужчины весом 70 кг; для женщин эта величина на 10 % меньше; у мужчин больше мышечной массы и меньше жира в организме, это значит, что у них больше величина основного обмена;
3. масса тела: чем больше вес, тем больше основной обмен веществ;
4. соотношение роста и веса (площадь поверхности тела): чем больше общая площадь поверхности тела, тем выше основной обмен веществ; энергетические затраты теплокровного организма (закон поверхности Рубнера) пропорциональны площади поверхности тела;
5. структура тела: интенсивность основного обмена в различных органах и тканях неодинакова; по мере уменьшения энергозатрат в покое их можно расположить в таком порядке: внутренние органы–мышцы–жировая ткань; мышечная масса более активна, чем жировая и на свое обслуживание требует больше энергии.

Закон Клайбера (метаболический закон $3/4$) – биохимическое правило, связывающее скорость основного обмена и массу организма. Закон был сформулирован швейцарским ученым Максом Клайбером на основе наблюдений, сделанных в начале 1930-х годов. Клайбер заметил, что для подавляющего большинства животных скорость основного обмена (минимальное количество энергии, расходуемое организмом для поддержания жизнедеятельности в состоянии покоя) пропорциональна массе их организма в $3/4$ степени.

Существует три метода расчета базовой нормы калорий:

Первый метод подходит для тех, чей возраст составляет 20-30 лет, а рост и вес находятся в пределах нормы. В этом случае вес в килограммах просто умножают на 24.

Второй метод расчета используется тогда, когда требуется большая точность, и для этого используют следующую формулу (учитывающий лишь базовый уровень калорий основного обмена, без учета физической нагрузки):

Уравнение Харриса-Бенедикта (также называемое принципом Харриса-Бенедикта, опубликованный в 1918, 1919 годах) – это метод, используемый для оценки базовой скорости метаболизма, основного обмена (ОО) человека.

Расчетное значение основного обмена может быть умножено на число, соответствующее уровню активности человека; полученное число является приблизительным суточным потреблением килокалорий для поддержания текущей массы тела.

Мужчины	$ОО = 66,5 + (13,75 \times \text{вес в кг}) + (5,003 \times \text{рост в см}) - (6,755 \times \text{возраст в год-х})$
Женщины	$ОО = 655 + (9,563 \times \text{вес в кг}) + (1,850 \times \text{рост в см}) - (4,676 \times \text{возраст в год-х})$

Уравнения Харриса-Бенедикта, пересмотренные Розой и Шизгал в 1984 г.

Мужчины	$ОО = 88,362 + (13,397 \times \text{вес в кг}) + (4,799 \times \text{рост в см}) - (5,677 \times \text{воз. в год-х})$
Женщины	$ОО = 447,593 + (9,247 \times \text{вес в кг}) + (3,098 \times \text{рост в см}) - (4,330 \times \text{воз. в год-х})$

Диапазон достоверности 95% для мужчин составляет $\pm 213,0$ ккал / день и $\pm 201,0$ ккал / день для женщин.

Уравнение Харрис-Бенедикт пересмотренные Mifflin и St. Jeor в 1990 г.:

Мужчины	$ОО = (10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст в годах}) + 5$
Женщины	$ОО = (10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст в годах}) - 161$

Третий метод подсчета основного обмена отражен в следующей таблице.

Пол	Возраст (лет)	Уравнение для расчёта (ккал/сутки)
Мужчины	10–18	$16,6 \text{ мт} + 119\text{Р} + 572$
Женщины	10–18	$7,4 \text{ мт} + 482\text{Р} + 217$
Мужчины	18–30	$15,4 \text{ мт} - 27\text{Р} + 717$
Женщины	18–30	$13,3 \text{ мт} + 334\text{Р} + 35$
Мужчины	30–60	$11,3 \text{ мт} + 16\text{Р} + 901$
Женщины	30–60	$8,7 \text{ мт} - 25\text{Р} + 865$
Мужчины	>60	$8,8 \text{ мт} + 1128\text{Р} - 1071$
Женщины	>60	$9,2 \text{ мт} + 637\text{Р} - 302$

где: мт – масса тела - для наиболее точного расчета, лучше использовать чистую массу (без учета жировой ткани); р – рост (в формуле используется из-за теоремы Рубнера); свободный коэффициент – волшебная цифра, подгоняющая ваш результат под нормы, еще раз доказывающая, что без такого коэффициента (индивидуального для каждого случая), получить адекватный расчет базального метаболизма не получится.

Ученый Рубнер выявил зависимость, связывающую общую поверхность с количеством затрачиваемых калорий. Чем больше поверхность тела, тем больше органы, и больший рычаг при любом действии, что приводит в движение большую «машину», потребляющую «больше топлива». Для нормального функционирования организма, обменные процессы происходят с выделением тепла (для человека это 36,6 град по Цельсию). Причем температура (за редким исключением) равномерно распределяется по всему организму. Так вот, чтобы протопить большую площадь, нужно больше энергии. Все это связано с термодинамикой.

На регуляцию основного обмена веществ могут оказать влияние:

- питание (голодание) – резкое изменение в питании, с последующим замедлением метаболизма тоже является достаточным фактором для изменения уровня базового расхода; при выведении системы из баланса она будет стремиться к нему; это определяет текущий уровень ферментов и гормонов;
- температура – ученый Рей Кронайс (Ray Cronise), специалист по материаловедению из НАСА, исследовал метаболизм тела под воздействием низких температур, оказалось, что регулярное воздействие низкой температуры стимулирует метаболизм и способствует сжиганию подкожного жира; автор подчеркивает, что полезны не экстремально низкие температуры, а в районе 12°-18°С;
- сон – Andrea M. Spaeth¹ и David F. Dinges установили, что сокращение времени сна приводит к изменениям метаболизма, направленным на сохранение энергии, после 5 суток с ограничением сна до 4 часов, уровень базального метаболизма снизился на 2,6%; именно поэтому важно соблюдать режим дня и спать не менее 7-8 часов в сутки.

1.2. Физический метаболизм

1.2.1. Расчет основного обмена веществ происходит с учетом динамических стрессов. Так, например, занятия спортом выводят организм из баланса, заставляя его постепенно ускорять обмен веществ, и полностью перестраиваться под новые условия. Это, в свою очередь, вызывает противодействие (которое характеризуется большой потерей питательного потенциала, и, возможно, на некоторое время выведением из штатного режима большинство систем организма).

Кроме того, для регуляции последствий стресса, увеличиваются расходы на поддержание эмоционального фона. Ну, и плюс, если равновесие выведено окончательно, организм начинает полностью перестраиваться под новый режим с новой скоростью метаболизма.

Энергозатраты на активность, не связанную с упражнениями (повседневная активность), также снижаются при наступлении энергодефицита. Существуют свидетельства того, что уровень спонтанной физической активности снижается при общем энергодефиците организма, и может оставаться некоторое время сниженным даже после возврата к нормальному потреблению пищи. Этот фактор может также способствовать набору веса после отмены специальной диеты.

Первый способ подсчета ФМ

Разделяют три типа активности:

- сидячий образ жизни (минимальные физические нагрузки),
- средний уровень активности (час физической нагрузки в день),
- активный образ жизни и крайне активный образ жизни (несколько часов занятий спортом ежедневно).

Для каждого типа физической активности разработаны специальные коэффициенты (см. табл.). В таблице отражены уровни физической активности и формула расчета суточного расхода энергии (СРЭ).

$$\text{СРЭ} = \text{основной обмен (ОО)} * \text{коэффициент физической активности}$$

Уровень физической активности	Суточный расход энергии ОО
Минимальные нагрузки (сидячая работа)	ОО * 1.2
Необременительные тренировки 3 раза в неделю	ОО * 1.375
Тренировки 5 раз в неделю (работа средней тяжести)	ОО * 1.4625
Интенсивные тренировки 5 раз в неделю	ОО * 1.550
Ежедневные тренировки	ОО * 1.6375
Ежедневные интенсивные тренировки или занятия 2 раза в день	ОО * 1.725
Тяжелая физическая работа или интенсивные тренировки 2 раза в день	ОО * 1.9

Второй способ подсчета ФМ – используется формула:

$$\text{ФН} = \text{ИН} * m * t$$

где: ИН - индекс нагрузки определяется по таблице,

m – вес занимающегося в кг,

t - время – продолжительность нагрузки в мин.

Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Спорт	
Бадминтон	0.079
Баскетбол	0.114
Бильярд	0.0439
Горный велосипед	0.15
Велосипед 20 км/ч	0.1409

Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Велосипед 25 км/ч	0.1759
Велосипед 30 км/ч	0.211
Велосипед 35+ км/ч	0.1409
Кегли	0.053
Бокс	0.158
Керлинг	0.07
Быстрые танцы	0.106
Медленные танцы	0.053
Фехтование	0.106
Волейбол (игра)	0.053
Волейбол (соревнования)	0.07
Пляжный волейбол	0.1409
Ходьба 6 км/ч	0.07
Ходьба 7 км/ч	0.079
Ходьба 8 км/ч	0.0879
Быстрая ходьба	0.106
Водные лыжи	0.106
Водное поло	0.1759
Водный волейбол	0.053
Борьба	0.106
Гольф	0.097
Гандбол	0.211
Ходьба на природе	0.106
Хоккей	0.1409
Верховая езда	0.07
Гребля на байдарке	0.0879
Восточные единоборства	0.1759
Ориентирование на местности	0.158
Спортивная ходьба	0.114
Ракетбол	0.123
Альпинизм (восхождение)	0.194
Катание на роликах	0.123
Прыжки с веревкой	0.1759
Бег 8,5 км/ч	0.1409
Бег 10 км/ч	0.1759
Бег 15 км/ч	0.255

Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Бег на природе	0.158
Бег на лыжах	0.1409
Катание с гор на лыжах	0.106
Санный спорт	0.123
Плавание с маской и трубкой	0.0879
Футбол	0.123
Софтбол	0.0879
Плавание (общее)	0.106
Быстрое плавание	0.1759
Плавание на спине	0.1409
Плавание (брасс)	0.1759
Плавание (баттерфляй)	0.194
Плавание (кроль)	0.194
Теннис	0.123
Трудовая деятельность	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Работа барменом	0.0439
Работа плотником	0.062
Работа спортивным тренером	0.07
Работа шахтером	0.106
Работа за компьютером	0.024
Строительство	0.097
Работа клерком	0.031
Работа пожарником	0.211
Работа лесником	0.1409
Работа оператором тяжелых машин	0.0439
Тяжелые ручные инструменты	0.1409
Уход за лошадьми	0.106
Работа в офисе	0.0206
Работа каменщиком	0.123
Работа массажистом	0.07
Работа полицейским	0.0439
Учеба в классе	0.031
Работа сталелитейщиком	0.1409
Работа актером в театре	0.053
Работа шофером грузовика	0.035

Фитнес, аэробика	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Аэробика легкая	0.097
Аэробика интенсивная	0.123
Степ-аэробика легкая	0.123
Степ-аэробика интенсивная	0.1759
Велосипедный тренажер (средняя активность)	0.123
Фитнес, аэробика	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Велосипедный тренажер (высокая активность)	0.185
Ритмическая гимнастика (тяжелая)	0.1409
Ритмическая гимнастика (легкая)	0.079
Тренажеры типа «наездник»	0.0879
Гребной тренажер (средняя активность)	0.123
Лыжный тренажер	0.167
Растягивания (хатха-йога)	0.07
Подъем тяжестей	0.053
Интенсивный подъем тяжестей	0.106
Дела по дому	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Уход за ребенком (купание, кормление)	0.062
Детские игры	0.0879
Приготовление еды	0.0439
Покупка продуктов	0.062
Тяжелая уборка	0.079
Перемещение мебели	0.106
Перенос коробок	0.123
Распаковка коробок	0.062
Игры с ребенком (умеренная активность)	0.07
Починка машины	0.053
Плотницкие работы	0.106
Починка мебели	0.079
Прочистка водостоков	0.0879
Укладка ковра или кафеля	0.079
Кровельные работы	0.106
Электропроводка	0.053

Работа на даче	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Работа в огороде (общая)	0.079
Рубка дров	0.106
Выкапывание ям	0.0879
Складывание, переноска дров	0.0879
Работа в огороде (прополка)	0.081
Работа на даче	
Вид физической нагрузки	ИН - индекс нагрузки ккал/мин*кг
Укладывание дерна	0.0879
Работа с газонокосилкой	0.079
Посадка в огороде	0.07
Посадка деревьев	0.079
Работа граблями	0.07
Уборка листьев	0.07
Ручная уборка снега	0.106

Третий способ подсчета. Метаболический эквивалент

Для выражения степени интенсивности физической активности широко используется **метаболический эквивалент (МЕТ)**. МЕТ – это отношение уровня метаболизма человека во время физической активности к уровню его метаболизма в состоянии покоя. Один МЕТ – это количество энергии, затрачиваемое человеком в состоянии покоя и эквивалентное сжиганию 1 ккал/кг/час. Подсчитано, что по сравнению с человеком в состоянии покоя умеренно активный человек сжигает в 3-6 раз больше калорий (3-6 МЕТ), а высоко активный человек – более чем в 6 раз (>6 МЕТ).

Интенсивность – это темп занятий физической активностью или величина усилий, необходимых для осуществления какого-либо вида активности или упражнения. Ее можно охарактеризовать словами: насколько напряженно работает человек для выполнения определенного вида активности.

Физическая активность людей варьируется по степени интенсивности. Интенсивность физической активности зависит от имеющегося у человека опыта в выполнении физических упражнений и относительного уровня его физического состояния. Поэтому, приведенные ниже примеры являются лишь руководством, требующим дифференциального подхода.

Физическая активность умеренной интенсивности (примерно 3-6 MET)

Требует умеренных усилий и заметно увеличивает частоту сердечных сокращений.

Примеры упражнений умеренной интенсивности:

- быстрая ходьба;
- танцы;
- работа в саду;
- работа по дому и хозяйству;
- традиционная охота и сбор урожая;
- активные игры и спортивные занятия с детьми/прогулки с домашними животными;
- основные строительные работы (например, кровельные или малярные работы);
- перенос/перемещение предметов умеренной тяжести (менее 20 кг).

Физическая активность высокой интенсивности (примерно более 6 MET)

Требует больших усилий и приводит к учащенному дыханию и значительному увеличению частоты сердечных сокращений.

Примеры упражнений высокой интенсивности:

- бег;
- энергичный подъем в гору/восхождение;

- быстрая езда на велосипеде;
- аэробика;
- быстрое плавание;
- спортивные соревнования и игры (например, традиционные игры, футбол, волейбол, хоккей, баскетбол);
- энергичная работа с лопатой или рытье канав;
- перенос/перемещение тяжестей (более 20 кг).

1.2.2. *Расход энергии на термогенез во время активности, не связанной с упражнениями (восстановление после физической нагрузки).* Исследования показывают, что после короткой тренировки с базовыми упражнениями (приседания, жим штанги лежа и становой тяги) суточное потребление кислорода повышается примерно на 30% на срок до 48 часов после самой тренировки. Изменение скорости метаболизма, возникающее как раз в ходе двигательной активности, или ее отсутствия. В частности, возникновение белкового и углеводного окна после тренировок, стимулирует не только ускорение метаболизма, но и изменение трат организма на пищеварение. В это время, базальный метаболизм усиливается на 15-20%, пускай и в краткосрочном периоде, не считая остальных потребностей.



В этот период организму требуется значительно больше энергии для восстановления мышц и пополнения запасов гликогена в мышцах, на что тратится намного больше калорий.

1.3. Пищеварительный метаболизм

Термический эффект пищи включает в себя энергозатраты на поглощение пищи, абсорбцию, метаболизм и депонирование нутриентов. Термический эффект пищи составляет примерно 10% от общих ежедневных затрат энергии. Эта доля может меняться в зависимости от типа диеты. При этом относительная величина термического эффекта пищи не изменяется при энергетическом дефиците в организме, несмотря на то, что при низкокалорийной диете, естественно, абсолютная величина термического эффекта пищи будет ниже, чем при обычной диете. В данной работе, при подсчете затраченной энергии пищеварительный метаболизм учитываться не будет.

2.Протокол исследования метаболизма студентов на тему «Питание и физическая нагрузка»

Показатель	
Базовый метаболизм. (E2.1) Написать формулы и показать расчет	1 вар. (24*вес)
	2вар.
	3вар.
	Выбрать наиболее точный
Физический метаболизм E2.2) Написать формулы и показать расчет	1 вар. СРЭ – по коэффициенту физической активности
	2 вар. (таблицам физической активности, физической нагрузки (ФН) - бытовые БФН= - специальные (спорт) СФН= -учебные УФН= Всего за день с тренировкой = Всего за день без тренировки=
	3 вар. МЕТ
	ВФН – доп. энергия на восстановление? (только после интенсивных ФН или аэробных более 30 мин в кардио режиме) =
	Сумма ФН +ВФН
	1 вар.= 2 вар.=
Питание в течение 1 дня. Примерное количество (сумма в ккал)- E1	Расписать (количество приемов пищи – кол-во в ккал)
	1.Завтрак - 2.Обед- 3.Полдник- 4. Ужин- Сумма=
Оценить разницу между полученными ккал из принятой пищи (E1) и израсходованную (E2) (баз. метаболизм (E2.1)+ физ.метаболизм (E2.2)	E1-(E2.1+E2.2)

Заключение

Учебно-методическое пособие носит научно-теоретический характер и содержит ценный теоретический и практический материал по вопросам изучения процесса метаболизма (обмена веществ).

Теоретические аспекты химических реакций, происходящих в живом организме, позволяет более тщательно ознакомиться и изучить базовые особенности метаболизма, структуризацию (классификацию), катализацию отдельных ферментов и их кофакторы. А также знать, что происходит в организме при занятиях физической культурой и спортом (физической нагрузки). Студентам поможет правильно (самостоятельно) сделать расчет основного обмена веществ с учетом динамических стрессов (занятия спортом).

Всестороннее изучение метаболизма расширит возможности для организации на научной основе занятий физической культурой и спортом, режима труда (учебы) и отдыха студенческой молодежи, будет способствовать сохранению и укреплению здоровья на многие годы и высокой работоспособности.

Список использованной литературы

1. Токаев, Э.С. Технология продуктов спортивного питания / Э.С. Токаев, Р.Ю. Мироедов, Е.А. Некрасов, А.А. Хасанов. – М.: МГУПБ. – Учеб. пособие. – 2010. – 108 с.
2. Dimroth, P. Catalytic and mechanical cycles in F – ATP synthases. Fourth in the Cycles Review Series /P. Dimroth, C. Ballmoos, T. Meier. – [/EMBO Rep: journal.](#) – 2006. – March (vol. 7, no. 3). – P. 276-282. von
3. Nelson. CLehninger Principles of Biochemistry / Nelson, L. David, M. Cox, Michael. – New York: W. H. Freeman and company, – 2005. – С. 841.
4. Testa B. The biochemistry of drug metabolism – an introduction: part 1. Principles and overview /B. Testa, S. Krämer. – Chem Biodivers: journal. – 2006. – Vol. 3, no. 10. – P. 1053-1101.

Большев Андрей Сергеевич
Сидоров Дмитрий Глебович
Овчинников Сергей Анатольевич
Волкова Ирина Вячеславовна
Щукин Вячеслав Михайлович

ПИТАНИЕ И ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ОБЩЕГО И ФИЗИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА

Учебно-методическое пособие

Подписано в печать 22.03.2021г. Формат 60x90 1/16. Бумага газетная. Печать трафаретная.
Уч. изд. л. 1,5 Усл. печ. л. 1,8. Тираж 300 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
<http://www.nngasu.ru>, srec@nngasu.ru