

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России)**

**ФИЗИОЛОГИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБМЕНА**

Учебное пособие

Уфа

2021

УДК 577. 121. 7: 612.3 (075.8)

ББК 51. 230. 2 я 7

Ф 50

Рецензенты:

Профессор, д.м.н., ректор ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России,
заведующий кафедрой нормальной физиологии *И.В. Мирошниченко*

Профессор, д.м.н., зав. кафедрой нормальной физиологии
ФГБОУ ВО ИвГМА Минздрава России, *С.Б. Назаров*

Физиология энергетического обмена: учебное пособие /
Ф 50 А.Ф. Каюмова, О.С. Киселева, Л.Н. Шафиева, Г.Е. Инсарова. — Уфа:
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2021. — 68 с.

Учебное пособие составлено на основании рабочей программы, действующего учебного плана и в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, по специальности 31.05.01 – Лечебное дело и 31.05.02 – Педиатрия.

Изложены современные представления о физиологии обмена веществ и энергии, рассматриваются способы вычисления величины и скорости обмена веществ. Пособие содержит приложения и таблицы для определения энергетических затрат организма и принципов расчета пищевого рациона. Данное руководство предназначено для самостоятельной аудиторной работы обучающихся по специальностям 31.05.01 – Лечебное дело и 31.05.02 – Педиатрия.

Иллюстративный материал заимствован из общедоступных ресурсов интернета, не содержащих указаний на авторов этих материалов и каких-либо ограничений для их заимствования.

Рекомендовано в печать Координационным научно-методическим советом и утверждено решением Редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России.

УДК 577. 121. 7: 612.3 (075.8)

ББК 51. 230. 2 я 7

© Каюмова А.Ф., Киселева О.С.,

Шафиева Л.Н., Инсарова Г.Е., 2021

© ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1. Обмен белков.....	8
2. Обмен жиров.....	12
3. Обмен углеводов.....	15
4. Обмен воды.....	17
5. Обмен минеральных солей.....	18
6. Преобразование энергии в организме.....	18
7. Возрастные особенности энергетического обмена.....	22
8. Методы определения расхода энергии.....	24
8.1. Метод полного газового анализа.....	27
Работа 1. Определение расхода энергии в состоянии относительного покоя по способу Дугласа-Холдена.....	27
8.2. Метод неполного газового анализа.....	30
Работа 2. Определение расхода энергии методом неполного газового анализа в состоянии мышечного покоя.....	30
8.3. Расчет должного основного обмена по формулам и таблицам.....	32
Работа 3. Расчет должного основного обмена по формулам Гарриса-Бенедикта.....	32
Работа 4. Расчет должного основного обмена по таблицам.....	32
Работа 5. Вычисление отклонения основного обмена по формуле Рида.....	34
Работа 6. Определение величины основного обмена по данным площади поверхности тела.....	35
Работа 7. Расчет общего обмена.....	36
Работа 8. Определение энергозатрат при различных видах нагрузки.....	37
9. Основы рационального питания.....	38
10. Основы голода и насыщения.....	40

Работа 9. Расчет калорийности пищевого рациона.....	40
11. Должные величины обмена веществ и энергии у человека.....	42
Тестовые задания для определения исходного уровня знаний.....	44
Ситуационные задачи для проверки конечного уровня знаний.....	46
Эталоны ответов к тестовым заданиям и ситуационным задачам.....	48
Рекомендуемая литература.....	50
Приложения.....	52

ВВЕДЕНИЕ

Обмен веществ — это многоступенчатый процесс, включающий в себя поступление в организм разнообразных питательных веществ, их дальнейшее использование в процессах метаболизма, в результате чего происходит выделение энергии, обновление структур клетки, образование новых веществ, а также удаление метаболитов посредством органов выделения в окружающую среду.

Для возмещения энерготрат организма, поддержания массы тела и обеспечения роста необходимо постоянное восполнение количества расходуемых белков, жиров и углеводов, а также, воды, минеральных солей и витаминов. Поступление данных веществ в количественном и качественном соотношении должно соответствовать потребностям организма и условиям его пребывания в окружающей среде.

В организме постоянно наблюдается взаимодействие 2 противоположных процессов – анаболизма (ассимиляции) и катаболизма (диссимиляции).

Ассимиляция – это процесс поступления и последующего синтеза органических веществ, являющихся структурными компонентами клеток организма, происходящий с затратой энергии.

Процесс ассимиляции начинается в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ). Поступающие с пищей белки в результате переваривания подвергаются ферментному гидролизу, в результате чего образуются аминокислоты. Жиры расщепляются до моноглицеридов и жирных кислот, а углеводы — до моносахаров (глюкозы, фруктозы и т.д.). Таким образом, в желудочно-кишечном тракте образуются мономеры, не теряющие своей энергетической ценности, которая используется в дальнейшем в процессах анаболизма. Анаболические процессы являются конечным этапом ассимиляции.

Итак, анаболизм — это совокупность внутриклеточных процессов, благодаря которым обеспечивается обновление структурных компонентов клетки, восстановление энергетических запасов, рост и развитие организма.

Диссимиляция — это процесс деградации сложных молекул и разрушения компонентов клеток, исходными продуктами которого являются собственные белки, жиры и углеводы. Конечными продуктами диссимиляции являются мономеры, содержащие запасы энергии. С током крови данные вещества разносятся по организму, смешиваясь с мономерами, поступившими из кишечника, и формируют фонд питательных веществ, циркулирующих в крови, используемых для анаболизма.

Таким образом, диссимиляция — это процесс распада клеточных структур до мономеров без высвобождения энергии.

В отличие от диссимиляции катаболизм — это процесс распада (сгорания) мономеров и других соединений, попадающих в клетку из крови, до конечных продуктов — (воды, углекислого газа и аммиака) с высвобождением энергии.

Преобладание катаболических процессов приводит к постепенному разрушению компонентов клеток и тканей, снижению массы тела. Энергия, освобождаемая при их расщеплении, трансформируется в тепловую и механическую.

У здорового человека наблюдается равновесие между процессами анаболизма и катаболизма.

Изучение данной темы направлено на формирование у обучающихся следующих общих и профессиональных компетенций:

- УК-1 — Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий.

-ОПК-4 — Способен применять медицинские изделия, предусмотренные порядком оказания медицинской помощи, а также проводить обследования пациента с целью установления диагноза.

- ОПК-5 — Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач.

- А/7 — Оказание первичной медико-санитарной помощи взрослому населению в амбулаторных условиях, не предусматривающих круглосуточного медицинского наблюдения и лечения, в том числе на дому при вызове медицинского работника.

Данное пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, Профессионального стандарта, ООП ВО, рабочей программы и действующего учебного плана по специальностям 31.05.01 – Лечебное дело и 31.05.02 – Педиатрия. Рекомендуется к использованию в качестве дополнительной литературы при подготовке обучающихся к практическим занятиям по нормальной физиологии.

Информация об обмене веществ и энергии в учебной литературе представлена разрозненно и в недостаточном объеме, что затрудняет восприятие обучающимися такого важного раздела физиологии. Также в пособии собраны методики, позволяющие определить обучающимся и сопоставить собственный расход с поступлением энергии. В связи с вышесказанным, возникла необходимость создания данного пособия.

1. ОБМЕН БЕЛКОВ

На долю белков приходится более 50% сухой массы клетки. Они занимают ведущее место среди органических элементов, выполняя ряд важнейших биологических функций. Белки могут быть структурными, ферментными, транспортными, сократительными, рецепторными, принимающими участие в передаче генетической информации.

Множество процессов протекающих в организме, в том числе, обеспечение обмена веществ, дыхание, пищеварение, работа сердечно сосудистой системы и многое другое осуществляется за счет деятельности ферментов, являющихся белками. Сокращение скелетной мускулатуры возможно лишь при взаимодействии сократительных белков — актина и миозина.

Белки, поступающие в организм, выполняют две основные функции: пластическую и энергетическую. Пластическая роль белка заключается в построении структурных компонентов клетки. Энергетическая роль заключается в восполнении энергии, образующейся при расщеплении белков.

Кроме синтеза, в тканях постоянно происходит распад белков, сопровождающийся выделением из организма конечных продуктов белкового обмена, а именно, воды, углекислого газа и остаточного азота (креатинина, креатинина, аммиака др.). При этом происходит выделение энергии. При расщеплении 1г белка образуется 4,1 ккал или 17 кДж тепла.

Таким образом, в организме постоянно протекают процессы разрушения и обновления белков. Скорость синтеза белков различна. С наибольшей скоростью обновляются белки печени, слизистой оболочки кишечника, а также других внутренних органов и плазмы крови. Медленнее обновляются белки, входящие в состав мозга, сердца, половых желез и еще медленнее — белки мышц, кожи и особенно — опорных тканей (сухожилий, костей и хрящей).

Благодаря синтезу белков в организме осуществляются следующие процессы:

- 1) рост и самообновление компонентов клеток организма;

- 2) регенерация и восполнение специфических клеточных белков;
- 3) продукция ферментов, гормонов пептидной и белковой природы, иммуноглобулинов, гемоглобина, рецепторных белков;
- 4) поддержание онкотического давления за счет белков плазмы крови (альбуминов) и, как следствие, влияние на обмен воды между кровью и тканями;
- 5) реакции гемостаза, поддержание иммунитета;
- 6) белки являются переносчиками гормонов, минеральных веществ, липидов, холестерина;
- 7) поддержание вязкости крови;
- 8) белки входят в состав буферных систем плазмы;
- 9) белки могут использоваться в качестве источника энергии, особенно во время стресса.

Биологическая ценность белков определяется соотношением и составом входящих в них аминокислот. Существуют незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме человека, а поступают только с пищей. Их 10 и к ним относятся: аргинин, гистидин, валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин. Животные белки, содержащие полный набор этих кислот называются полноценными – они максимально способны превращаться в белковые структуры организма.

Без незаменимых аминокислот синтез белка резко угнетается, замедляется рост, снижается масса тела.

Белки, в составе которых отсутствует хотя бы одна незаменимая аминокислота, называются неполноценными. Чаще всего это растительные белки. Образование животных белков собственного организма из растительных не так эффективно, поэтому в пищевом рационе должны содержаться до 55-60% белков животного происхождения (таб. 1).

**Содержание продуктов с полноценным белком
в суточном рационе**

Продукт	Содержание, %
Мясо	16-20
Рыба	14-20
Птица	16-24
Яйца	12,5
Молоко	3,4
Творог цельный	13
Творог обезжиренный	17,5
Сыры	18-25
Горох	19,8
Фасоль	19,6
Чечевица	20,4
Мука соевая обезжиренная	41,4

Азотистый баланс – это соотношение между количеством азота, поступившего в организм и выделенного из него.

Поскольку белок – это основной источник азота в организме, то по азотистому балансу можно судить о соотношении количества доставленного и разложившегося в организме белка.

В организме здорового человека чаще всего отмечается азотистое равновесие – соответствие количества выделенного и поглощенного азота.

Усвоение азота определяют по разности между его содержанием в принятой пище и в экскрементах. Зная количество усвоенного азота, легко вычислить общее количество поглощенного организмом белка, т.к. в белке содержится в среднем 16 % азота, т.е. 1 г азота содержится в 6,25 г белка. Следовательно,

умножив найденное количество азота на 6,25 можно определить количество белка.

Для вычисления количества распавшегося белка, нужно выяснить общее количество азота, выделенного из организма. Азотсодержащие продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота, креатинин и др.) выводятся преимущественно с потом и мочой. В обычных условиях содержание азота в составе пота в расчёт не берут. Поэтому для определения количества распавшегося в организме белка определяют содержание азота в моче и умножают на 6,25.

Иногда поступление азота начинает преобладать над его выделением. В этом случае говорят о **положительном азотистом балансе**. При этом количество синтезированного белка будет преобладать над распавшимся. Положительный азотистый баланс встречается в период роста, при усиленных спортивных тренировках, сопровождающихся увеличением массы тела, при беременности.

Депо белков в организме отсутствует, т.е. белки не откладываются в запас. Поэтому при поступлении существенного количества белка только часть его расходуется на пластические цели, большая часть затрачивается на энергетические нужды.

Отрицательный азотистый баланс – это преобладание количества выделенного азота, над поступившим в организм азотом. Он наблюдается при белковом голодании, при недостатке в пище полноценных белков, при некоторых заболеваниях, ожогах, после хирургических вмешательств, а также в результате старения.

Источником свободных аминокислот при белковом голодании становятся белки плазмы крови, печени, слизистой оболочки кишечника, мышечной ткани, благодаря чему удается достаточно долго поддерживать обновление белков сердца и мозга.

Оптимальное функционирование организма достигается только при положительном азотистом балансе либо при азотистом равновесии. Данное усло-

вие выполняется в том случае, если в сутки в организм поступает около 100 г белка, если же организм испытывает существенные физические нагрузки, то в этом случае потребность в белках увеличивается до 120–150г. Нормы потребления белка: для дошкольников 53–69 г/сут, школьников — 77–89 г/сут, женщин — 58–87 г/сут, мужчин — 65–117 г/сут в зависимости от нагрузок. По данным ВОЗ (Всемирной Организации Здравоохранения) суточное употребление белка должно составлять не менее 0,75 г белка на 1 кг массы тела.

2. ОБМЕН ЖИРОВ

Представителями липидов в организме являются нейтральные жиры (триглицериды), фосфолипиды, холестерин и жирные кислоты.

Основной процент жиров в организме откладывается в жировой ткани, которая преимущественно локализуется в подкожной клетчатке, вокруг некоторых органов, например, почек, а также в некоторых органах, например в печени и мышцах. Меньшая часть липидов входит в состав клеточных структур.

Содержание жира в организме варьирует в широком диапазоне и в среднем на его долю приходится 10–20 % массы тела, а в случае патологического ожирения может увеличиваться до 50 %.

Количество отложенного в запас жира зависит от характера питания, количества съеденной пищи, конституциональных особенностей, пола, возраста, а также от процента расхода энергии при физической активности и т.д.; количество же липидов, входящих в состав клеток является неизменной величиной.

Липиды обладают и специфическими функциями. Например, у женщин, благодаря жировым отложениям, обеспечивается запас энергии, необходимый для вынашивания плода и грудного вскармливания. Процент содержания жировой ткани в женском организме почти вдвое превышает его количество у мужчин, составляя 20–25 % от массы тела.

Синтез и распад жиров в организме. Функции липидов

Жир, всосавшийся из кишечника, поступает преимущественно в лимфу, а оттуда — в жировую ткань, а также в печень. В дальнейшем он переходит в кровь и, направляясь в ткани, подвергается там окислению, т.е. используется как энергетический материал. При окислении 1г жиров образуется 9,3 ккал или 37 кДж тепла.

При увеличении потребности организма в энергии, в условиях её дополнительного расхода, жиры становятся потенциальным источником энергии. Почти все клетки (в меньшей степени клетки мозга) могут использовать в качестве источника энергии не только глюкозу, но и жирные кислоты. Таким образом, важнейшей функцией жиров является *энергетическая функция*.

Поскольку содержание кислорода в молекуле жира относительно невелико, затраты на окисление жиров будут больше, чем на окисление углеводов. Преимущественное использование жира в качестве энергетического материала — это состояние покоя, а также мало энергоемкая физическая деятельность. При интенсивной работе мышц сначала расходуются запасы углеводов, а в дальнейшем, при исчерпании их запасов — до 80 % всей энергии расходуется в результате окисления жиров.

Пластическая функция — еще одна важная роль жиров. Она осуществляется благодаря холестерину и фосфолипидам. Они принимают участие в миелинизации нервной ткани, в синтезе тромбопластина, стероидных гормонов, желчных кислот, простагландинов, и витамина Д. Кроме того, данные вещества входят в состав биологических мембран, обеспечивая их прочность и биофизические свойства.

Важную роль для организма играет соотношение жиров животного и растительного происхождения. В частности, линолевая и линоленовая ненасыщенные жирные кислоты являются незаменимыми факторами питания, поскольку не синтезируются в организме из других источников. Их значение заключается в образовании важнейших липидных компонентов мембран клеток. Полиненасы-

сыщенные жирные кислоты являются также источником для синтеза простагландинов – биологически активных веществ, принимающих участие во многих жизненно важных процессах в организме.

Кроме того, выделяют также и *защитную функцию* жиров. Благодаря присутствию холестерина в составе дермы (кожи) предотвращается проникновение водорастворимых веществ и целого ряда неблагоприятных факторов через кожу. Холестерин снижает потерю воды через кожу. Липиды принимают участие в фиксации и защите внутренних органов, а также и всего тела от механических воздействий.

Особенности обмена липидов у детей. Основной источник поступления липидов у грудных детей — это молоко, поскольку в нем содержатся высокоэмульгированные жиры, что позволяет быстро подвергнуть их перевариванию и усвоению организмом. В связи с высокой скоростью биосинтеза клеток, у маленьких детей резко повышается потребность в эссенциальных омега-3- и омега-6-жирных кислотах. В целом, необходимость в липидах у детей по сравнению со взрослыми гораздо больше, поскольку основные энергозатраты организма покрываются именно жирами:

до 4 лет — 3,5–4,0 г/кг массы тела

4–11 лет — 2,0–2,5 г/кг

взрослый — 1,0–1,5 г/кг

Бурая жировая ткань — особая ткань, в которой окисление жиров сопровождается высвобождением большого количества тепла. Особенно интенсивно метаболизм протекает в бурой жировой ткани у новорожденных. В этой ткани находится большое количество митохондрий, содержащих ферменты тканевого дыхания. Соответственно, благодаря обильному кровоснабжению, там происходит усиленное поглощение кислорода, интенсивное окисление глюкозы и жирных кислот. Основное количество высвобождаемой в ходе окисления энергии превращается в тепло. В митохондриях бурой жировой ткани присутствует белок термогенин, благодаря чему бурая жировая ткань выполня-

ет терморегуляторную функцию. Процесс протекает особенно активно при угрозе нарушения теплового баланса.

Таким образом, липиды выполняют следующие функции в организме:

- 1) являются основным и резервным источниками энергии в клетке;
- 2) входят в состав структурных компонентов биологических мембран;
- 3) формируют биологически активные вещества (гормоны, витамины);
- 4) выполняют защитную функцию (механическая защита, теплоизоляция), а также;
- 5) специфические функции (межклеточные контакты, передача сигнала в клетку).

3. ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Углеводы — это вещества, благодаря которым обеспечивается более 55 % всей потребляемой энергии. Источники углеводов могут быть как растительного происхождения (крахмал, клетчатка), так и животного (гликоген). В кишечнике они расщепляются до конечных продуктов: лактозы, глюкозы, фруктозы, галактозы. В плазме крови все эти вещества трансформируются в глюкозу, которая, перераспределяясь в организме, выполняет свои основные функции.

Содержание глюкозы в крови колеблется в небольших пределах, составляя 3,3–5,5 ммоль/л (0,8–1,0 г/л). Данный показатель считается жесткой константой, выход за границы которой, приводит к серьезным последствиям для организма.

Наиболее легкодоступным и главным источником энергии в организме является именно глюкоза. Высокая скорость ее окисления и быстрая мобилизация из депо, позволяет адекватно реагировать на растущие потребности в энергии при стрессовых ситуациях и физических нагрузках. Расщепление 1г глюкозы приводит к выделению 4,1 ккал или 17 кДж тепла.

Гликоген — это отложенный запас углеводов. Он быстро образуется из глюкозы, которая после всасывания в тонком кишечнике, доставляется в печень. Если с пищей поступает достаточное количество углеводов, то уровень глюкозы в крови быстро повышается. Развивается пищевая гипергликемия. Ее результатом является выделение глюкозы с мочой.

Снижение уровня глюкозы в крови приводит к расщеплению гликогена в печени и выходу глюкозы в плазму крови. Благодаря этому поддерживается постоянство уровня глюкозы в крови.

Гликоген откладывается также и в мышцах (1–2%). Его количество может увеличиваться при обильном питании, а при голодании — уменьшаться.

При работе мышц под влиянием фермента фосфоорилазы происходит усиленное расщепление гликогена, являющегося источником энергии мышечного сокращения.

У человека и животных распад углеводов может происходить путем анаэробного гликолиза (без участия кислорода), а также за счет процессов окисления продуктов распада углеводов до CO_2 и воды.

При понижении уровня глюкозы в крови развивается гипогликемия, которая проявляется мышечной слабостью, падением температуры тела, а при усугублении состояния — судорогами и потерей сознания. При гипергликемии — увеличении уровня глюкозы в крови — ее избыток удаляется почками. Возникновение гипергликемии возможно при сильных эмоциях, после приема пищи, богатой углеводами, а также при заболеваниях поджелудочной железы. При снижении запасов гликогена ускоряется синтез ферментов, обеспечивающих реакцию глюконеогенеза, т. е. образования глюкозы из неуглеводных источников.

Физиологические нормы потребления углеводов — 400–500 г/сут., что составляет по отношению к белкам и жирам **1:1:4**. В общем количестве углеводов на крахмал должно приходиться 350–400г, 50–100г - на моно- и дисахариды, 25г — на балластные вещества (целлюлозу и пектины).

4. ОБМЕН ВОДЫ

В организме взрослого человека на долю воды приходится около 60 % всей массы тела. Вода является средой, в которой протекают процессы метаболизма на клеточном уровне. Поэтому неотъемлемой составляющей нормальной жизнедеятельности организма является постоянное пополнение её запасов.

Наибольшее количество воды — около 70 % — находится внутри клеток. В межклеточной или интерстициальной жидкости содержится 21 % всей воды организма и около 8 % приходится на воду в составе плазмы крови.

В организме человека в норме существует баланс между потребляемой и выделяемой жидкостью.

В процессе метаболизма одним из конечных продуктов обмена веществ является эндогенная вода (300 мл), образующаяся при окислении белков, жиров и углеводов.

Часть воды организма испаряется с поверхности тела и легких (около 800 мл), однако преимущественно удаление воды из организма осуществляется почками в составе мочи (ее количество очень вариабельно, в среднем около 1,5 л/сут).

Данные потери должны постоянно пополняться водой, поступающей в составе потребляемой пищи. В норме эта цифра колеблется в диапазоне 750 л–1,5 л.

Необходимость поступления воды в организм контролируется центром жажды в гипоталамусе. Изменение осмолярности плазмы крови улавливается соответствующими рецепторами, и активация гипоталамического центра приводит к возникновению у человека чувства жажды.

5. ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ

В организме человека минеральные соли выполняют множество важнейших функций. Некоторые жесткие константы крови, такие как кислотно-основное равновесие, осмотическое давление, процесс свертывания крови напрямую зависят от уровня содержания таких ионов как: натрий, калий, хлор, кальций. Состояние центральной нервной системы, способность к генерации потенциала действия нервными клетками, возбудимость, множество ферментативных реакций организма, эритропоэз — эти и многие другие процессы взаимосвязаны с количеством макро- и микроэлементов. Кроме выше перечисленных важнейшее значение имеют также магний, йод, фтор, фосфор, железо.

Баланс воды и минеральных солей регулируется путем выделения этих веществ в соответствии с приходом и содержанием в организме. Выделение солей осуществляется почками, кожей, кишечником, легкими.

6. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ

Тепловая энергия является конечной формой преобразования энергии в организме. Определенный процент энергии, выделяющейся в процессе метаболизма белков, жиров и углеводов не идет на образование макроэргов, а рассеивается в виде тепла в окружающую среду.

Первичное тепло — это доля рассеянной энергии, соответствующая 35 % всей химической энергии пищевых веществ. В результате распада макроэнергетических соединений часть энергии также преобразуется в тепло, названное *вторичным*, которое тоже выделяется из организма в окружающую среду.

Клетки внутренних органов потребляют для своих нужд около 25 % всей химической энергии. Она может затрачиваться, например, для активного транспорта, синтеза белков, сокращения гладкой и скелетной мускулатуры. В последствии эта энергия переходит в тепловую.

Интенсивность энергетического обмена принято оценивать в единицах тепловой энергии. В международной системе единиц СИ в качестве основной единицы энергии принят джоуль (Дж) или ккал, $1 \text{ ккал} = 4,19 \text{ кДж}$.

Жизнь организма с точки зрения энергетики — это непрерывная работа, направленная на поддержание стабильности макромолекул, разности концентраций веществ между водными секторами тела, передачу импульсов, синтез и обновление молекул, построение клетки, моторику и секрецию.

Из 100 % энергии пищи современного человека её расход можно представить так:

1. 50–60% — расходуется на обеспечение жизнедеятельности;
2. 10–15% — на усвоение самой пищи (специфически-динамическое действие пищи);
3. 30–40% — на обеспечение активности человека, включая: работу на производстве, дома, активный отдых, физкультуру.

Энергетический баланс организма рассчитывается как разность прихода и расхода энергии. Энергообмен у взрослого человека считается *сбалансированным*, если приход равен расходу. Если приход выше расхода, энергетический баланс называется *положительным*. Если расход превышает приход - *отрицательным*.

Энергозатраты организма зависят:

I. От индивидуально-типологических факторов:

1. Поверхности тела, роста и массы.
2. Возраста (у ребёнка в 4 раза выше).
3. Пола (у женщин на 5 % ниже, чем у мужчин, исключение-беременность).
4. Генетических особенностей (выраженность нефосфорилирующего окисления — нечувствительность к холоду, гипертериоз).
5. Температуры тела (увеличение температуры тела на 1°C , ускоряя химические реакции, повышает обмен энергии на 5 %).

II. Условий окружающей среды:

1. Климата (высокая температура в тропиках не требует больших энергозатрат в холодном климате энергообмен повышается в 5-7 раз).
2. Биоритмов: суточных — днем энергообмен выше, чем ночью; сезонных — летом и зимой.
3. Психозоциональной обстановки: современного стандарта красоты и потребления пищи; традиций питания.

Энергозатраты определяются величиной основного обмена. **Основной обмен (ОО)** — это количество энергии, расходуемой для поддержания жизнедеятельности организма и постоянства температуры тела в условиях физиологического покоя. Основной обмен у взрослого человека составляет около 1 ккал на 1 кг массы тела в час (1 ккал/кг/час) и равен—1 700 ккал/сутки у мужчин, и 1 500 ккал/сутки у женщин, что на 10–15 % меньше, чем у мужчин.

Факторы, влияющие на основной обмен — это пол, возраст, масса и длина тела. У одного и того же человека от 20 до 40 лет могут быть колебания основного обмена от ± 7 до $\pm 10\%$ (норма).

Величина основного обмена почти на 50 % определяется работой печени, а также скелетной мускулатурой, находящейся в покое (таб.2). Различные физиологические условия могут влиять на интенсивность основного обмена. Например, понижение мышечного тонуса во сне уменьшает интенсивность обмена веществ, так же как и угнетение работы печени в условиях голодания.

Таблица 2

**Вклад различных органов в обеспечение
основного обмена у человека**

Орган:	Печень	Мышцы	Мозг	Сердце	Почки	Другие органы
Относительный вклад, %	30	22	18	9	7	14

Цель определения основного обмена — уточнение вида обмена, т.е. выяснение вопроса, имеются ли отклонения от энергетически сбалансированного состояния.

Исследования проводят в стандартных условиях:

- при температуре комфорта (18–20°C);
- в спокойном состоянии, т.к. эмоциональный стресс усиливает метаболизм;
- в положении лёжа, но не спать, т. к. сон понижает энергетический обмен приблизительно на 10 %;
- натощак, не менее чем через 12 часов после последнего приёма пищи.

Расход энергии за сутки (общий обмен) складывается из величин:

1. Основного обмена.
2. Специфически-динамического действия пищи (СДДП) — это затраты энергии на моторику, секрецию и процессы всасывания в ЖКТ.
3. Рабочей прибавки — энергозатраты при трудовой деятельности.

При физических нагрузках скорость метаболизма возрастает в зависимости от степени физического напряжения. Чем интенсивнее работа, тем больше величина рабочего обмена. Ускорение обмена веществ также происходит и при умственных нагрузках, хотя это не только связано с потребностями мозга. Преимущественно увеличению обмена веществ в период умственной работы служит рефлекторное увеличение мышечного тонуса.

Учёт расхода энергии

1. Определение основного обмена.
2. Определение общего обмена.

Учёт прихода энергии

1. Учёт количества пищевых веществ, потребляемых за сутки.
2. Расчет калорической ценности питательных веществ, т. е. общего количества энергии, получаемой с различными питательными веществами.

По полученным значениям прихода и расхода энергии и оценивается энергетический баланс.

7. ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

Энергия в организме ребёнка расходуется несколько иначе, чем в организме взрослого. Энергетические потребности плода обеспечиваются материнским организмом, поэтому основной обмен у беременных повышен. У плодов относительно много энергии расходуется внутренними органами в связи с их относительно большой массой.

Виды энергозатрат у детей отражены в таблице 3:

Таблица 3

Виды энергозатрат в детском возрасте

Виды энергозатрат	Затраты (в %)
На основной обмен	60
На рост	15
На СДДП	5
На двигательную активность	15
Потери с экскрементами	5–10

Основной обмен у маленьких детей увеличивается с возрастом, с наибольшей скоростью - в первый год после рождения (приблизительно от 120 до 600 ккал в сутки). После этого прирост замедляется и вновь ускоряется в период полового созревания. Высокая интенсивность основного обмена у детей 1-2 лет говорит о высоком уровне окислительных процессов.

Со второго полугодия до 12 лет основной обмен у мальчиков выше, чем у девочек. В 12–13 лет основной обмен девочек становится выше (в связи с половым созреванием). В последующие годы основной обмен у мальчиков вновь преобладает над основным обменом у девочек (таб.4).

Основной обмен зависит от конституции ребенка. У худых и подвижных детей он более высокий, по сравнению с малоподвижными и упитанными. Весной и летом основной обмен обычно выше, чем осенью и зимой.

Энергозатраты в возрасте от 3 лет до периода полового созревания гораздо

меньше (около 30 ккал в сутки), по сравнению с периодом полового созревания, при котором энергетические затраты возрастают до 110 ккал.

Таблица 4

Показатели основного обмена на 1 кг веса у детей

Возраст	ккал	кДж
Новорождённые	38-40	160–170
1,5–2 года	55	230
3 года	50	214
6–7 лет	42	176
10–11 лет	35	155
12–15 лет	30	121
Взрослые	24	96–100

Рабочая прибавка. По мере взросления ребенка увеличиваются затраты энергии на движение и поддержание позы. Рабочая прибавка продолжает увеличиваться в абсолютном и относительном выражении в течение всего детства. У маленьких детей при плаче и крике расход энергии возрастает на 100–200%. Максимальные энергозатраты в детском возрасте не превышают 300–385% от основного обмена.

Специфически-динамическое действие пищи (СДДП). Чем больше ребенок, тем существеннее наблюдается прирост расхода энергии после приёма пищи в расчёте на 1кг массы тела. У грудничков СДДП на 30 % слабее, чем у взрослых.

В таблицах 5 и 6 приводятся проценты покрытия потребностей в калориях у детей и возрастные особенности суточных энергозатрат.

Таблица 5

Проценты покрытия потребностей в калориях у детей

Покрытие потребностей	У грудных детей	У взрослых
За счет белков	15 %	13–15 %
За счет жиров	50 %	30 %
За счет углеводов	35 %	50 %

Таблица 6

Возрастные изменения общего суточного расхода энергии

Возраст	Расход энергии в ккал
1 год	800
3 года	1100
4–5 лет	1500
9–10 лет	1945
13–14 лет	2422
Взрослые	2800–3200

8. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ЭНЕРГИИ

I. Прямая калориметрия.

II. Непрямая калориметрия:

1. Метод полного газового анализа.
2. Метод неполного газового анализа.
3. Расчет должного основного обмена по таблицам и формулам.

I. Прямая калориметрия

Данный метод базируется на определении количества тепла, которое выделяется организмом и улавливается специальными биокалориметрами.

Цель работы: познакомиться с методикой точного определения основного

обмена.

Биокалориметр — это полностью герметичная и теплоизолированная камера (рис.1), в которую из специальных баллонов подают кислород и удаляют избытки углекислого газа и паров воды. Внутри камеры располагаются трубы, заполненные водой. В процессе движения воды по трубам, она постепенно нагревается за счет тепла, вырабатываемого испытуемым, находящимся в камере.

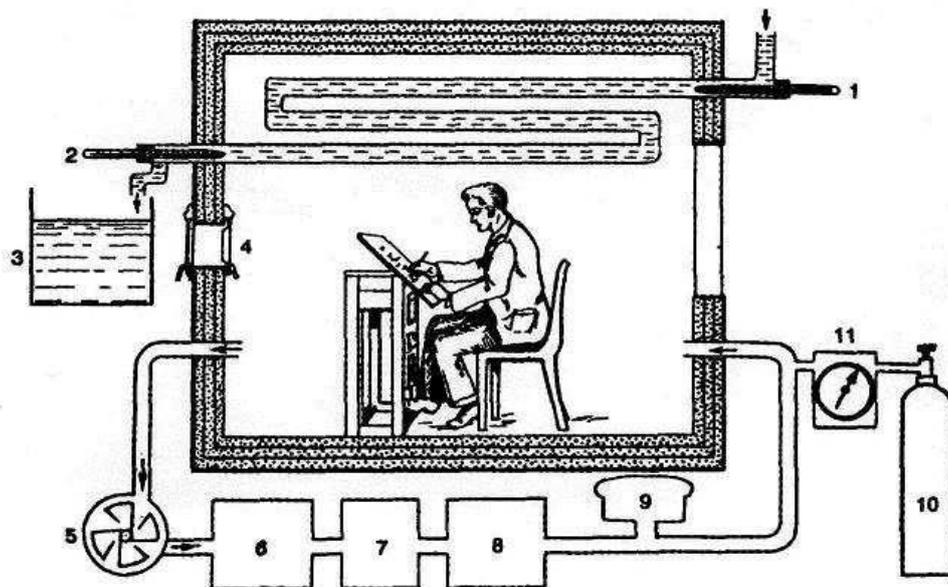


Рис. 1. Биокалориметр Этуотера-Бенедикта (схема).

1, 2 – термометры для измерения температуры воды, протекающей по трубам; 3 – бак для воды; 4 – окно для подачи пищи; 5 – насос для удаления воздуха из камеры; 6, 8 – баки с серной кислотой для поглощения воды; 7 – бак с натронной известью для поглощения CO_2 ; 9 – сосуд для поддержания постоянного давления в камере; 10 – баллон для подачи кислорода в камеру через газовые часы.

Учитывая количество воды, протекающей по трубам и накапливающейся в специальном баке, а также измеряя ее температуру, специальным термометром, рассчитывают количество тепла, которое было выделено за определенный промежуток времени (за час, сутки). Пища и продукты жизнедеятельности подаются и удаляются через специальное окошечко. Насос позволяет удалять воздух и прогонять его через натронную известь, для удаления избытков CO_2 , а также через серную кислоту для поглощения избытков воды.

Данный способ является наиболее точным, поскольку напрямую учитывает количество тепла, выделенного организмом.

II. Непрямая калориметрия

О процессе теплообразования можно судить косвенно, основываясь на количестве потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, поскольку образование тепла в организме базируется на окислительно-восстановительных процессах с участием этих газов.

Принцип метода заключается в том, что при сгорании 1 г белков, жиров или углеводов организмом поглощается такое же количество O_2 и выделяется столько же CO_2 , воды и тепла, как и при сгорании этого вещества на воздухе. Существует калориметрическая бомба, при помещении в которую определенного вещества, можно рассчитать его энергетическую ценность, то есть количество тепла, освобождающегося при окислении 1г каждого вещества (рис. 2). При сгорании 1г белка образуется 4,1 ккал; 1г жира – 9,3 ккал; и 1 г углеводов – 4,1 ккал.

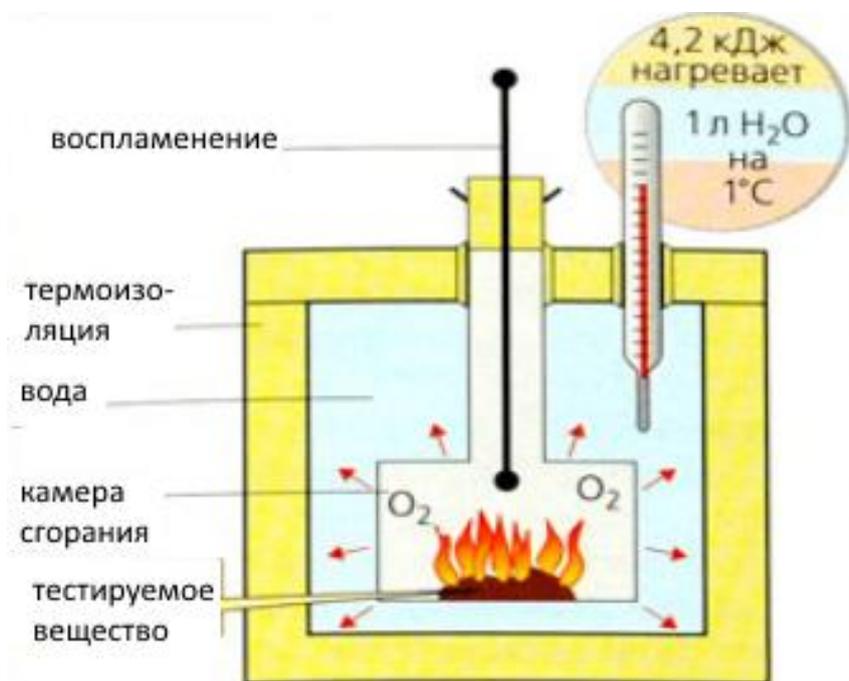


Рис. 2 Калориметрическая бомба

8.1. МЕТОД ПОЛНОГО ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

Метод полного газового анализа основан на учёте количества потреблённого кислорода и выделенного углекислого газа с последующим расчетом теплопродукции.

Работа 1. Определение расхода энергии в состоянии относительного покоя по способу Дугласа-Холдена

Цель работы: ознакомиться с классической методикой определения расхода энергии.

Расчет расхода энергии с учетом газообмена возможен, поскольку процесс окисления — это основной процесс, при котором освобождается энергия. Поступивший в организм кислород принимает участие в окислении органических веществ — белков, жиров, углеводов, результатом чего является выделение тепла, а сами вещества разлагаются до своих конечных продуктов: углекислого газа, воды и продуктов азотистого обмена.

То количество тепла, которое освобождается в организме при потреблении 1 л кислорода, называется калорическим эквивалентом кислорода. Калорический эквивалент кислорода при окислении белков равен 4,85 ккал, жиров — 4,7 ккал, углеводов — 5,0 ккал.

В процессе жизни организма, когда одновременно окисляются белки, жиры и углеводы, можно найти точный калорический эквивалент кислорода, если знать дыхательный коэффициент (ДК).

ДК — это отношение объема выделенного из организма углекислого газа к объему поглощенного кислорода.



Данный показатель считается приблизительным, поскольку полного окисления в организме не происходит.

ДК изменяется в зависимости от рода окисляющихся веществ, (т.е. от преобладания в рационе питания белков, жиров либо углеводистой пищи). ДК показывает, какой именно калорический эквивалент кислорода надо взять для

расчета расхода энергии, так как каждому ДК соответствует свой калорический эквивалент кислорода.

Расход энергии определяют по объему поглощенного кислорода и выделенного углекислого газа, для чего опытным путем определяют минутный объем дыхания (МОД) и состав выдыхаемого воздуха.

Вся работа состоит из 4 этапов:

1. Сбор выдыхаемого воздуха в газообменный мешок Дугласа (рис.3).
2. Анализ газового состава выдыхаемого воздуха.
3. Определение МОД с помощью газовых часов.
4. Расчет по полученным данным газообмена расхода энергии за сутки.

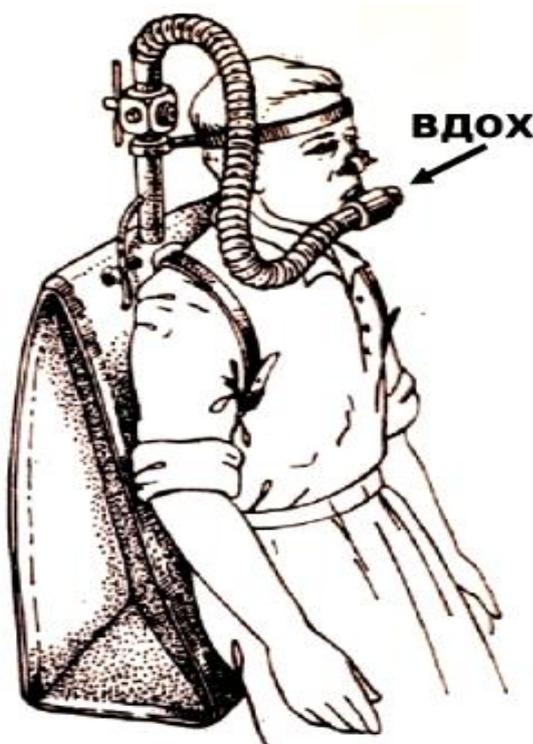


Рис. 3 Мешок Дугласа

Проведение работы: испытуемый, спокойно сидя на стуле, в течение 5 минут выдыхает воздух в мешок Дугласа, после чего мешок закрывают и проводят газовый анализ в газоанализаторе Холдена (рис.4). Процесс анализа состоит в последовательном пропускании пробы воздуха — 100 мл через растворы, поглощающие кислород и углекислый газ. Газоанализатор Холдена можно заменить современными автоматическими газоанализаторами.

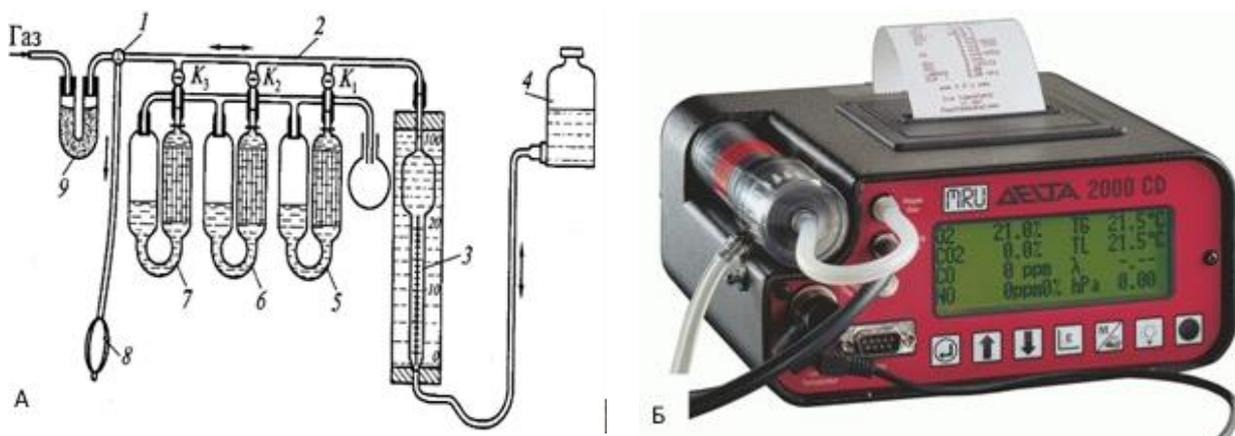


Рис. 4 А – Газоанализатор Холдена:

1-трехходовый кран, 2 – гребенка, 3 – измерительная бюретка, 4 – банка, 5,6,7 – поглотительные сосуды, 8 – груша, 9 – фильтр
 Б – современный газоанализатор

Допустим, испытуемый за 5 мин. выдохнул 30 л воздуха. По результатам газового анализа собранного воздуха в нем содержится 17 % кислорода и 3,5 % углекислого газа. Если в атмосферном воздухе содержится 21 % кислорода, а в выдыхаемом 17%, то, следовательно, из каждых 100 мл воздуха, прошедших через легкие организмом поглощено 4 мл кислорода ($21 - 17 = 4$ мл) выделено при этом 3,5 мл углекислого газа. Определяют ДК.

$$ДК = \text{Выделенный } CO_2 / \text{поглощенный } O_2$$

$$ДК = 3,5 : 4,0 = 0,87$$

По табл. 7 находим калорический эквивалент кислорода при данном дыхательном коэффициенте, он равен 4,88.

Вычисляем МОД.

$$30 \text{ л} : 5 \text{ мин} = 6 \text{ л/мин. (6000 мл)}$$

Рассчитываем потребление кислорода за минуту, составляя пропорцию:

Из 100мл воздуха потребляется – 4 мл O_2 ,

а из 6000мл воздуха потребляется – X мл O_2 .

$$X = (6000 \times 4) : 100 = 240 \text{ мл (0,24л)}.$$

**Калорический эквивалент кислорода при разных
дыхательных коэффициентах (1 ккал = 4,19 кДж)**

Дыхательный коэффициент	Калорический эквивалент, ккал						
0,70	4,686	0,78	4,776	0,86	4,876	0,94	4,973
0,71	4,690	0,79	4,789	0,87	4,887	0,95	4,985
0,72	4,702	0,80	4,801	0,88	4,900	0,96	4,997
0,73	4,714	0,81	4,813	0,89	4,912	0,97	5,010
0,74	4,727	0,82	4,825	0,90	4,924	0,98	5,022
0,75	4,739	0,83	4,838	0,91	4,936	0,99	5,034
0,76	4,752	0,84	4,850	0,92	4,948	1,00	5,047
0,77	4,764	0,85	4,863	0,93	4,960	-	-

Умножая объём поглощенного за 1 мин кислорода на калорический эквивалент O₂, находим расход энергии испытуемого за 1 мин:

$$0,24 \text{ л} \times 4,88 = 1,17 \text{ ккал}$$

за 1 час расход энергии будет в 60 раз больше:

$$1,17 \times 60 = 70,2 \text{ ккал}$$

за сутки:

$$70,2 \times 24 = 1684 \text{ ккал.}$$

8.2. МЕТОД НЕПОЛНОГО ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

Метод неполного газового анализа по учёту количества поглощенного кислорода с последующим расчетом теплопродукции.

Цель работы: познакомиться с широко распространенным методом определения основного обмена.

Работа 2. Определение расхода энергии методом неполного газового анализа в состоянии мышечного покоя

Существует еще более простой метод определения расхода энергии непрямым способом, используемый в физиологических и клинических исследованиях. Это метод неполного газового анализа, при котором энергозатраты рас-

считывают косвенным путем: только по количеству поглощенного кислорода. Это связано с тем, что окисление - основной процесс, при котором идет высвобождение энергии.

Проведение работы:

У испытуемого регистрируют спирограмму (на спирографе закрытого типа). Так как испытуемый дышит через замкнутую систему спирографа, то по мере поглощения кислорода происходит постепенное уменьшение объема воздуха в замкнутой системе прибора, вследствие чего спирограмма смещается (рис.5). Смещение кривой соответствует количеству потребленного кислорода за время записи. Для расчета потребления кислорода за 1 минуту объем поглощенного кислорода делят на время исследования.

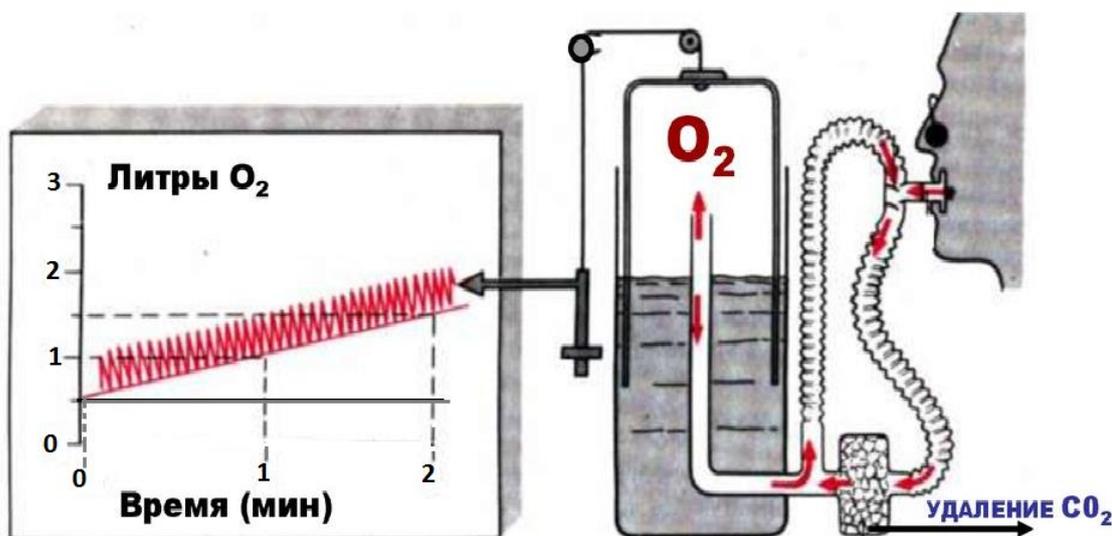


Рис. 5 Непрямая калориметрия, закрытый метод Крога.

По оси абсцисс отложено время в минутах (лента движется с постоянной скоростью), по оси ординат- потребление кислорода в литрах

Рядом авторов показано, что в условиях основного обмена ДК=0,8, а калорический эквивалент 1 л кислорода равен 4,8 ккал.

Для вычисления основного обмена объем поглощенного за 1 мин (в литрах) кислорода умножают на калорический эквивалент кислорода, а затем рассчитывают основной обмен за час и за сутки (24 часа).

Основной обмен за сутки:

$$Q = 4,8 \times A \times 60 \times 24,$$

где А - количество кислорода, поглощенного за 1 мин (в литрах); Q - основной обмен за 24 часа (в ккал).

8.3. РАСЧЕТ ДОЛЖНОГО ОСНОВНОГО ОБМЕНА ПО ТАБЛИЦАМ И ФОРМУЛАМ

Работа 3. Расчет должного основного обмена по формулам Гарриса-Бенедикта

Формулы Гарриса и Бенедикта — это эмпирические формулы, значения коэффициентов в них для мужчин и женщин различны. Благодаря этим формулам возможно рассчитать свой «должный» основной обмен, т.е. количество энергии, которое затрачивается на поддержание жизнедеятельности всех органов и систем, а также температуры тела.

Цель работы: рассчитать свой должный основной обмен по формулам.

Расчетные формулы:

для мужчин:

$$E \text{ осн. об.} = 66 + [13,7 \times \text{МТ (кг)}] + [5 \times \text{Рост (см)}] - [6,8 \times \text{Возраст (годы)}]$$

для женщин:

$$E \text{ осн. об.} = 655 + [9,6 \times \text{МТ (кг)}] + [1,8 \times \text{Рост (см)}] - [4,7 \times \text{Возраст (годы)}]$$

Пример. Мужчина ростом 180 см, массой 76 кг, 40 лет. Его основной обмен составляет: $E = 66 + (13,7 \times 76) + (5 \times 180) - (6,8 \times 40) = 1735,2$ Ккал

Пример. Женщина ростом 166 см, массой 60 кг, 40 лет. Ее основной обмен составляет: $E = 655 + (9,6 \times 60) + (1,8 \times 166) - (4,7 \times 40) = 1341,8$ Ккал

Работа 4. Расчет должного основного обмена по таблицам

Специальные таблицы Гарриса-Бенедикта (см. приложение 3, 4) позволяют определить уровень основного обмена человека по его полу, росту, возрасту и массе тела. Данные таблицы были рассчитаны, основываясь на матема-

тическом анализе многочисленных измерений основного обмена здоровых людей, при помощи специальных приборов. При составлении таблиц учитывались все факторы, влияющие на основной обмен (пол, возраст, вес, рост), в связи с чем, определенные по таблицам и вычисленные по приборам показатели основного обмена у здоровых людей максимально близки по своему значению (в норме отклонение составляет не более 10%).

Цель работы: рассчитать свой должный основной обмен по таблицам.

Проведение работы:

При помощи ростомера и весов проводят измерение роста испытуемого и взвешивают его. Если взвешивание осуществляется в одежде, то полученный результат следует уменьшить на 3 кг для мужчин и на 2 кг для женщин. Затем прибегают к таблицам для определения основного обмена у мужчин и женщин. Они разные, т. к. у мужчин уровень основного обмена в среднем на 10 % выше, чем у женщин. Таблицы применяют следующим образом.

Во-первых, находят расчетную таблицу для мужчин или для женщин. Во-вторых, каждая расчетная таблица состоит из колонок А и Б. В колонке А находят вес испытуемого и рядом в соседней графе соответствующее ему число ккал. Эту цифру выписывают. Далее в колонке Б сначала по вертикали находят рост испытуемого и проводят от этой цифры условную горизонтальную линию. Затем сверху по горизонтали находят возраст испытуемого и от него условно проводят вниз вертикальную черту, до пересечения с условной горизонтальной линией соответствующей росту. На пересечении двух условных линий (вертикальной, идущей от возраста и горизонтальной, идущей от роста) находят цифру. Данная цифра и есть число ккал соответствующее росту и возрасту испытуемого. Основной обмен находят, сложив оба результата в ккал из колонок А и Б.

К примеру, если испытуемый — мужчина 25 лет, имеющий рост 176 см и массу 70 кг, то по таблицам для определения основного обмена мужчин (часть А) находят рядом со значением веса испытуемого число 1029. В прило-

жении 1 (часть Б) находят по горизонтали возраст (25 лет) и по вертикали рост (176 см), на пересечении граф возраста и роста находится число 718. Сложив оба числа ($1029+718=1747$), получают среднестатистическую величину основного обмена человека мужского пола данного возраста, роста и веса — 1747 ккал.

Вывод: сделайте вывод о величине своего должного основного обмена.

Работа 5. Вычисление отклонения основного обмена по формуле Рида

Поскольку подсчет основного обмена по таблицам и формулам даёт приблизительные результаты, поэтому дополнительно применяют номограмму или формулу Рида (см. приложение 1), позволяющую найти процент отклонения величины основного обмена от среднестатистической нормы. Для расчета процента отклонения учитывают величину артериального давления, частоту пульса и теплопродукцию в организме.

Определение процента отклонения основного обмена от должного по Риду достаточно достоверно и часто используется в клинической практике, например, при тиреотоксикозе и ряде других заболеваний, сопровождающихся ускорением или замедлением обмена веществ. Отклонение + или - 10% от нормы считается допустимым в нормальных пределах.

Цель работы: найти процент отклонения от основного обмена по номограмме Рида.

Проведение работы:

У испытуемого при помощи секундомера подсчитывают частоту пульса и величину артериального давления методом Короткова 3 раза с интервалом в 2 мин при соблюдении условий, необходимых для определения основного обмена. Процент отклонений основного обмена от нормы определяют по формуле Рида:

$$ПО = 0,75 \times (ЧП + ПД \times 0,74) - 72,$$

где *ПО* - процент отклонения основного обмена от нормы,

ЧП - частота пульса,

ПД - пульсовое давление, равное разности величин систолического и диастолического давления.

Показатели частоты пульса и артериального давления берут как среднее арифметическое из трёх измерений.

Пример расчета: пульс 75 ударов в минуту, артериальное давление 120/80 мм рт. ст.

Процент отклонения = $0,75 \times [75 + (120-80) \times 0,74] - 72 = 0,75 \times [75 + 40 \times 0,74] - 72 = 6,45$.

Таким образом, основной обмен у данного испытуемого увеличен на 6,45 %, т.е. находится в пределах нормы.

С целью ускорения и упрощения расчётов по формуле Рида применяют специальную номограмму, которая позволяет быстро сопоставить частоту пульса испытуемого со значением пульсового давления. Для этого находят соответствующее значение пульса на левой шкале и пульсового давления — на правой, а затем соединяют их прозрачной линейкой. Точка пересечения линейки со средней шкалой показывает величину отклонения основного обмена от нормы в процентах.

Вывод: сопоставьте найденную по таблице величину должного основного обмена со значением, полученным по формуле (номограмме) Рида. Если отклонение укладывается в значение $\pm 10\%$, то энергетический баланс в равновесии, если больше $+10\%$, - положительный, если ниже -10% , - отрицательный.

Работа 6. Определение величины основного обмена по данным площади поверхности тела

Имеется также зависимость между площадью поверхности тела и скоростью обмена веществ, благодаря чему, можно судить о величине основного обмена. В приложении 2 приводится номограмма, по которой можно вычислить

площадь поверхности тела, с учетом своего роста и массы тела. В таблице 8 имеются данные о продукции тепла на 1 м² поверхности тела человека за 1 час.

Таблица 8

**Продукция тепла на квадратный метр поверхности
тела человека за час, в зависимости от пола и возраста**

Возраст, лет	Стандарты основного обмена, ккал на 1 м ² / час	
	Мужчины	Женщины
16–18	43,0	40,0
18–20	41,0	38,0
20–30	39,5	37,0
30–40	39,5	36,5

Цель: рассчитать свой основной обмен в зависимости от площади поверхности тела.

Проведение работы: Для расчета основного обмена необходимо умножить величину расхода энергии за 1 час на 1 м² поверхности тела (в соответствии с полом и возрастом) на поверхность тела (в м²), и затем получить результат за 24 часа (сутки).

Вывод: сделайте вывод о величине своего должного основного обмена.

Работа 7. Расчет общего обмена

Общий обмен можно рассчитать путем сложения величины основного обмена, специфического динамического действия пищи и рабочей прибавки.

Под специфическим динамическим действием пищи (СДДП) подразумевается усиление обмена веществ после приема пищи по сравнению с уровнем основного обмена. Примерно через 15–30 минут после приема пищи происходит повышение обмена энергии, достигая максимума через 3–6 часов, и сохраняется на протяжении 10–12 часов. Это расход энергии на моторную актив-

ность, секрецию и процессы всасывания в желудочно-кишечном тракте. Также расход энергии зависит от рациона питания. При питании смешанной пищей СДДП составляет 15 % от основного обмена.

Цель: рассчитать свой общий обмен по формуле.

Общий обмен рассчитывают по формуле:

$$\text{Общий обмен} = \text{Основной обмен} + \text{СДДП} + \text{Рабочая прибавка}$$

Расчет должного основного обмена, СДДП и общего обмена каждый студент определяет для себя.

Основной обмен рассчитать по таблицам Гарриса-Бенедикта

СДДП рассчитывают как величину, равную 15 % от основного обмена.

Рабочая прибавка для студентов в среднем составляет 1000 ккал за сутки. Это энерготраты при умственной деятельности (1 группа по тяжести труда).

Вывод: сделайте вывод о величине своего общего обмена.

Работа 8. Определение энергозатрат при различных видах нагрузки

Физические нагрузки в течение дня у лиц различных профессий существенно различаются. Для того, чтобы можно было точно мониторировать суточные энергетические затраты при разных видах деятельности, были разработаны специальные формулы, позволяющие рассчитать, какое количество энергии человек тратит в течение суток.

Цель: рассчитать энергетические затраты организма, возникающие при физических нагрузках.

Проведение работы:

Расчеты проводятся после совершения любой физической нагрузки (приседание, прыжки на месте, все виды спорта) в течение 3-5 минут.

1.
$$Q = 2,09 \times (0,2 \times \text{ЧСС} - 11,3),$$

где Q – энергозатраты (кДж/мин),

ЧСС – частота сердечных сокращений.

По этой формуле определяют энергозатраты, совершаемые человеком за минуту.

Пример: допустим, вы катались на роликах 20 мин. и частота сердечных сокращений у вас составляет 110 ударов/мин. За 1 минуту энергозатраты составят:

$$Q = 2,09 \times (0,2 \times 110 - 11,3) = 22,4 \text{ кДж/мин}$$

Ответ: за 20 минут израсходовано 447 кДж энергии. (1 ккал=4.19кДж)

2. $E = 0,014 \times M \times T \times (0,12 \times \text{ЧСС} - 7)$

где E – энергозатраты в килокалориях,

M – масса тела в килограммах,

T – время в минутах,

ЧСС – число сердечных сокращений в минуту.

Пример. Вы катались на коньках в течение 1 часа, каждые 20 минут измеряя пульс. Средняя частота пульса по 3 замерам составила 120 ударов в минуту и вес равен 65 кг. В этом случае энергозатраты можно подсчитать с помощью следующей формулы:

$$E = 0,014 \times 65 \times 60 \times (0,12 \times 120 - 7) = 404 \text{ ккал.}$$

Вывод: сделайте вывод о величине рабочей прибавки (своих энергозатрат).

9. ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Основной биологической потребностью организма человека является питание. Питание — это процесс переработки пищевых продуктов в желудочно-кишечном тракте до мономеров с целью их дальнейшего использования для удовлетворения энергетических и пластических потребностей организма.

Жизнеспособность, работоспособность и устойчивость организма к воздействиям окружающей среды зависят от рациона питания. Наиболее важным принципом рационального питания является соответствие общих энергозатрат

организма и энергетической ценности потребляемых пищевых продуктов. В основе формирования пищевых рационов лежит разработка принципов сбалансированного поступления и оптимального соотношения белков, жиров и углеводов, а также минеральных веществ, витаминов и воды в организм человека.

Согласно международной системе СИ, $1 \text{ ккал} = 4,19 \text{ Дж}$; $1 \text{ Дж} = 0,239 \text{ ккал}$;
 $1 \text{ ккал/час} = 1,16 \text{ Вт}$; $1 \text{ Вт} = 0,860 \text{ ккал/час}$.

Физиологические нормы питания для удовлетворения потребностей организма основываются на следующих принципах:

– энергозатраты организма и калорийность пищевого рациона должны соответствовать друг другу (однако энергетическая ценность рациона должна на 10% преобладать над потребностями организма в энергии, поскольку усвояемость пищи составляет 90%);

– количество белков, жиров и углеводов в пищевом рационе должно быть оптимальным для данного вида труда;

– в пищевом рационе обязательно должны присутствовать вода, витамины и минеральные соли.

На физиологические нормы питания оказывают влияние: пол, возраст, масса тела, географические условия, а также виды труда. Потребность в энергии зависит от вида деятельности. По этому признаку принято выделять 5 категорий труда:

1 – работники умственного труда (секретари, диспетчеры, работники культуры, науки, образования, руководители предприятий и др.);

2 – работники легкого физического труда (ветеринары, мед. сестры и санитарки, продавцы, работники, занятые на автоматизированных производствах, тренеры, инженерно-технические работники и др.);

3 – работники среднего по тяжести труда (слесари, работники общественного питания и пищевой промышленности, врачи-хирурги, работники авто- и электротранспорта, коммунально-бытового обслуживания и др.);

4 – работники тяжелого физического труда (горнорабочие, работники нефтегазовой промышленности, металлурги, литейщики, строительные рабочие, сельскохозяйственные рабочие, деревообработчики и др.);

5 – работники особо тяжелого физического труда (шахтеры, вальщики ле-

са, укладчики рельсов, землекопы, грузчики без механизации труда).

Потребность человека в пластическом материале удовлетворяется лишь тогда, когда пищевой рацион содержит все питательные вещества: белки, жиры, углеводы. Питательные вещества должны быть сбалансированы между собой в соотношении Б: Ж: У - 1: 1: 4. Особенно важно содержание в рационе белка, так как он является основным пластическим материалом.

10. ОСНОВЫ ГОЛОДА И НАСЫЩЕНИЯ

Формирование пищевого поведения происходит при участии нейронов коры больших полушарий мозга и гипоталамуса. Пищевой центр представлен совокупностью этих нейронов. В нем различают два отдела – центр голода и центр насыщения. При разрушении в эксперименте у животного центра голода наблюдается отказ от пищи. Ощущение сытости связано с возбуждением нейронов центра насыщения. Этот процесс возникает еще до начала всасывания продуктов расщепления. В связи с этим, принято выделять два вида насыщения: первичное и вторичное. Первичное (сенсорное) насыщение наступает в результате афферентных импульсов, поступающих от рецепторов ротовой полости, желудка, вследствие их активации пищевым комком (химусом); вторичное (метаболическое) насыщение возникает значительно позднее, когда в кровь всасываются продукты гидролиза, примерно через 1,5–2 часа от начала пищеварения.

Работа 9. Расчет калорийности пищевого рациона

Цель работы: подсчитать общую калорийность пищевого рациона за сутки. Сопоставить его с энергозатратами организма и выяснить, покрывает ли пищевой рацион энергозатраты.

Проведение работы:

1. Составить пищевой рацион для себя за прошлый день. Заполнить таблицу в приложении.

2. Пользуясь таблицами (приложение 5) в которых указана калорийность 100 г продукта, произвести расчет энергетической ценности своего рациона (таб. 9)

3. Сделать вывод о состоянии своего энергетического баланса (равновесие, положительный, отрицательный), сопоставив калорийность рациона с расходом энергии.

4. Оценить качественный состав рациона и дать рекомендации по устранению выявленных недостатков в питании.

Таблица 9

Таблица для записи результатов

Наименование продукта	Количество продукта	Энергетическая ценность, ккал
Завтрак		
Второй завтрак		
Обед		
Ужин		
ИТОГО:		

11. ДОЛЖНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ У ЧЕЛОВЕКА

Таблица 10

Наименование должной величины	Цифровые значения
<p>1. Количество тепла, освобождающееся, при окислении 1г вещества (энергетическая ценность)</p> <p style="padding-left: 40px;">белки</p> <p style="padding-left: 40px;">жиры</p> <p style="padding-left: 40px;">углеводы</p>	<p>4,1 ккал/г (17,17 кДж)</p> <p>9,3 ккал/г (38,94 кДж)</p> <p>4,1 ккал/г (17,17 кДж)</p>
<p>2. Дыхательный коэффициент (CO₂/ O₂) при потреблении</p> <p style="padding-left: 40px;">белков</p> <p style="padding-left: 40px;">жиров</p> <p style="padding-left: 40px;">углеводов</p> <p style="padding-left: 40px;">смешанной пищи</p>	<p>0,8</p> <p>0,7</p> <p>1</p> <p>0,85-0,9</p>
<p>3. Количество O₂, идущее на окисление 1г</p> <p style="padding-left: 40px;">белков</p> <p style="padding-left: 40px;">жиров</p> <p style="padding-left: 40px;">углеводов</p>	<p>0,96</p> <p>2,0</p> <p>0,8</p>
<p>4. Калорический эквивалент O₂ (количество тепла, выделяющегося на 1л потреблённого кислорода)</p> <p style="padding-left: 40px;">белков</p> <p style="padding-left: 40px;">жиров</p> <p style="padding-left: 40px;">углеводов</p>	<p>4,85 ккал</p> <p>4,7 ккал</p> <p>5,0 ккал</p>
<p>5. Основной обмен</p> <p style="padding-left: 40px;">у мужчин</p> <p style="padding-left: 40px;">у женщин</p> <p style="padding-left: 40px;">на 1 кг массы в час</p> <p style="padding-left: 40px;">в сутки</p> <p>поглощение O₂ (в покое)</p> <p>выделение CO₂ (в покое)</p>	<p>1700 ккал (7,12 кДж)</p> <p>1500 ккал</p> <p>1 ккал</p> <p>24 ккал</p> <p>250-400 мл/мин</p> <p>200-300 мл/мин</p>
<p>6. Общий основной обмен у людей различных групп по тяжести труда:</p> <p>1-я – <i>работники преимущественно умственного труда</i></p> <p>2-я – <i>работники, занятые легким физическим трудом</i></p> <p>3-я – <i>работники среднего по тяжести труда</i></p>	<p>2000-250 ккал</p> <p>3000-3500 ккал</p> <p>4000 ккал</p>

4-я – <i>работники тяжелого физического труда</i> 5-я – <i>работники особо тяжелого физического труда</i>	5000 ккал 7000 ккал
7. Специфически-динамическое действие пищи при потреблении: белков жиров углеводов смешанной пищи	30–40% 6% 4% 15% от основного обмена
8. Энергетическая ценность белков жиров углеводов	15% 30% 60%
9. Норма питания (соотношение в пищевом рационе) белки жиры углеводы	1 1 4

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНОГО УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Решение данных тестовых заданий направлено на формирование УК-1, ОПК-4, ОПК-5.

Выберите один правильный ответ

1. ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ДЫХАТЕЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ

- 1) отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода
- 2) отношение объема поглощенного кислорода к объему выделенного углекислого газа
- 3) количество калорий, освобождающихся после потребления 1 литра кислорода

2. В КАКОМ ОТДЕЛЕ ЦНС НАХОДИТСЯ ЦЕНТР РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА И ЭНЕРГИИ

- 1) бульбарномотделе
- 2) мозжечке
- 3) гипоталамусе

3. АЗОТИСТОЕ РАВНОВЕСИЕ НАБЛЮДАЕТСЯ ПРИ

- 1) при недостаточном питании
- 2) при сбалансированном пищевом рационе
- 3) при прекращении систематических физических тренировок

4. ЗНАЧИТЕЛЬНЕЕ ВСЕГО УВЕЛИЧИВАЮТ ОБМЕН ЭНЕРГИИ ГОРМОНЫ

- 1) тироксин, трийодтиронин, адреналин
- 2) АКТГ, соматотропин
- 3) адреналин, тиреотропин

5. В ОРГАНИЗМЕ БЕЛКИ ОКИСЛЯЮТСЯ ДО СЛЕДУЮЩИХ КОНЕЧНЫХ ПРОДУКТОВ

- 1) углекислый газ, вода
- 2) углекислый газ, вода, аммиак
- 3) мочеви́на, мочева́я кислота, креатинин

6. КАКОВА ВЕЛИЧИНА СПЕЦИФИЧЕСКИ ДИНАМИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ПИЩИ ПРИ СМЕШАННОМ ПИТАНИИ

- 1) 6 %
- 2) 15 %
- 3) 30 %

7. КАКОВЫ СУТОЧНЫЕ ЭНЕРГОЗАТРАТЫ У ЛИЦ ВТОРОЙ ГРУППЫ ЗАНИМАЮЩИХСЯ ЛЕГКИМ ФИЗИЧЕСКИМ ТРУДОМ

- 1) 3000–3500 ккал
- 2) 2000–2500 ккал
- 3) 2500–3000 ккал

8. ЧТО ТАКОЕ РАБОЧИЙ ОБМЕН

- 1) энергия, выделяемая при выполнении работы
- 2) энергия, выделяемая при потреблении пищи
- 3) энергия, выделяемая в процессе жизнедеятельности

9. ЧТО НАЗЫВАЕТСЯ ОСНОВНЫМ ОБМЕНОМ

- 1) количество энергии, расходуемой на потребление и усвоение пищи
- 2) количество энергии, расходуемой в течение суток при активной деятельности
- 3) количество энергии, расходуемой на поддержание жизнедеятельности

10. КАКОВА СУТОЧНАЯ ПОТРЕБНОСТЬ ОРГАНИЗМА В ЖИРАХ

- 1) 30–40 г
- 2) 90–100 г
- 3) 400–450 г

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ КОНЕЧНОГО УРОВНЯ ЗНАНИЙ

Решение данных ситуационных задач направлено на формирование ОПК-5, А-7.

Задача № 1. Рассчитайте расход энергии за час, если испытуемый поглощает в минуту 0,3 л кислорода, а дыхательный коэффициент равен 1.

Задача № 2. Рассчитайте энергетические затраты у испытуемого, если по данным непрямой калориметрии установлено, что МОД — 10 л, состав вдыхаемого воздуха: 21 % кислорода и 0,03 % углекислого газа, состав выдыхаемого воздуха: 16 % кислорода и 4,03 % углекислого газа.

Задача № 3. У женщины 25 лет ростом 156 см и весом 60 кг основной обмен оказался равным 1400 ккал. Определите, соответствует ли это норме.

Задача № 4. У больного мужчины ростом 180 см и весом 100 кг основной обмен равен 1900 ккал. Соответствует ли норме эта величина, если поверхность тела равна 2,18 кв.м.?

Задача № 5. Может ли ДК быть меньше 0,7? Если да, то в каком случае?

Задача № 6. В каком случае у человека ДК может быть больше 1? Почему?

Задача № 7. Испытуемый поглощает за 1 минуту 300 мл кислорода. ДК равен 1. Сколько калорий за минуту тратит организм?

Задача № 8. С мочой выделилось в сутки 12 г азота. Сколько белка распалось в организме?

Задача № 9. Взрослый человек принял в сутки 70 г белка, 300 г углеводов, 100 г жиров. Соответствует ли это суточной потребности человека в питательных веществах?

Задача № 10. Какие условия необходимо учитывать при составлении пищевых рационов, кроме соответствия калорийности пищи суточным затратам энергии?

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ К ТЕСТОВЫМ ЗАДАНИЯМ И СИТУАЦИОННЫМ ЗАДАЧАМ

Эталоны ответов к тестовым заданиям

№ вопроса	Ответ	№ вопроса	Ответ
1.	1	6.	2
2.	3	7.	3
3.	2	8.	1
4.	1	9.	3
5.	2	10.	2

Эталоны ответов к ситуационным задачам

Задача № 1. Для дыхательного коэффициента, равного 1, калорический эквивалент кислорода — 5,047 ккал. За час количество поглощенного кислорода составляет 18 л. За это время энерготраты составят 91 ккал.

Задача № 2. Количество поглощенного кислорода в минуту равно 5 % от 10 л, т.е. 0,5 л. Выделено углекислоты 4 % от 10 л, т.е. 0,4. ДК = 0,8. Калорический эквивалент кислорода для этого ДК = 4,8 ккал. Значит, суточные энергетические траты равны $0,5 \text{ л} * 60 * 24 * 4,8 = 3456 \text{ ккал}$.

Задача № 3. Для женщин должный основной обмен определяется по таблице Гарриса-Бенедикта. В данном случае должный основной обмен равен 1401 ккал, что соответствует норме.

Задача № 4. Для определения должного основного обмена у мужчин необходимо площадь тела умножить на 40 ккал и на 24 часа. В нашем случае это 2100 ккал. С учетом 15 % допустимых колебаний основной обмен соответствует должному.

Задача № 5. Дыхательный коэффициент становится меньше 0,7 в период восстановления после интенсивной мышечной работы, когда часть углекислоты тканей связывается бикарбонатами, которые освобождаются при окислении молочной кислоты и, в результате, до легких доходит меньше углекислого газа, чем образуется в тканях.

Задача № 6. Дыхательный коэффициент становится больше единицы сразу после интенсивной работы, когда в легких выделяется не только углекислота, образующаяся в тканях, но и углекислый газ, вытесняемый молочной кислотой из бикарбонатов крови.

Задача № 7. При ДК = 1 калорический эквивалент кислорода равен 5,047 ккал. Значит, организм тратит 1,510 ккал в минуту.

Задача № 8. Один грамм азота соответствует 6,25 г. белка. В данном случае в организме разрушилось 75 г белка.

Задача № 9. Суточная потребность в питательных веществах зависит от уровня энергетических трат. В данном случае пищевой рацион не соответствует даже самым низким энергозатратам взрослого человека (1 группа — белка 100–100 г, жира 90–100 г, углеводов — 420–450 г).

Задача № 10. При составлении пищевых рационов кроме соответствия калорийности пищи суточным затратам энергии необходимо учитывать: суточную потребность в питательных веществах; оптимальное соотношение продуктов растительного и животного происхождения; степень усвоения пищи; содержание витаминов, минеральных слей, микроэлементов; разнообразие блюд и их органолептические свойства; состояние организма человека; оптимальное суточное распределение пищевых продуктов.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Нормальная физиология [Электронный ресурс] / ред.: Л. З. Теля, Н. А. Агаджанян. — Электрон.текстовые дан. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — on-line. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785423501679.html>
2. Нормальная физиология: учебник / под ред. Б. И. Ткаченко. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — 687,[1] с. : рис. + 1 эл. опт.диск (CD-ROM).
3. Нормальная физиология [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Б. И. Ткаченко. — 3-е изд., испр. и доп. — Электрон.текстовые дан. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. — on-line. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970436646.html>
4. Нормальная физиология [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Судаков [и др.] ; ред. К. В. Судаков. — Электрон.текстовые дан. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — on-line. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970435281.html>

Дополнительная:

1. Нормальная физиология в рисунках и схемах [Электронный ресурс] : учебник / под ред. В. П. Дегтярёва. — Электрон.текстовые дан. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. — on-line. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/book/КР-2016-01.html>
2. Физиология человека: Атлас динамических схем [Электронный ресурс] : учебник / К. В. Судаков, В. В. Андрианов, Г. В. Вагин, И. И. Киселев. — 2-е изд., испр. и доп. — Электрон.текстовые дан. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. — on-line. — Режим доступа: ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970432341.html>

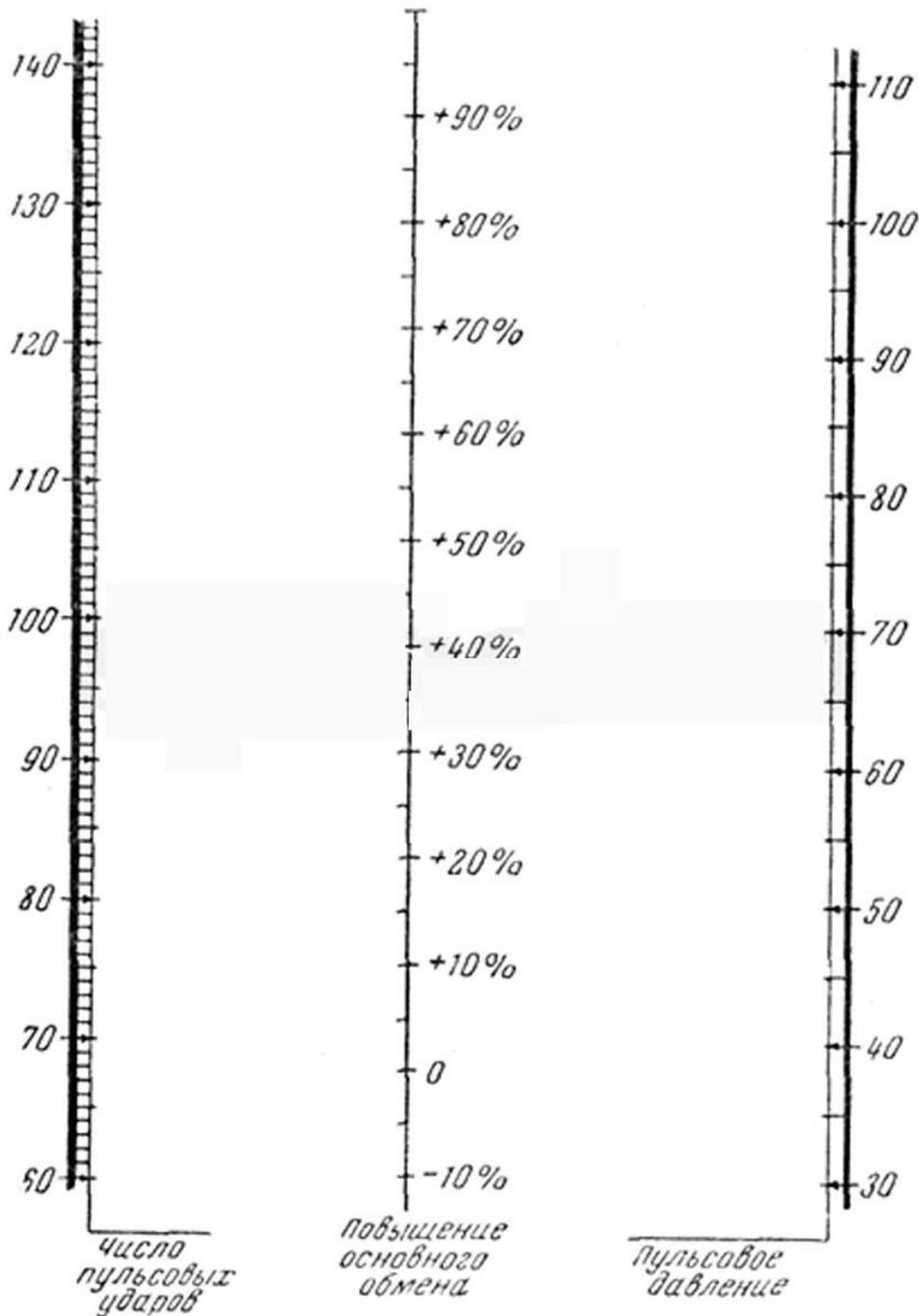
3. Корочанская С.П., Сторожук П.Г., Быков И.М. Учебно-методическое пособие по биологической химии. — Краснодар, 2016. — 105с.
4. Физиология энергетического обмена: методические указания / сост. О. Е. Фалова. — Ульяновск: УлГТУ, 2006. — 28 с.
5. Физиология обмена веществ: учебно-методическое пособие / М.Н. Таламанова, Е.В. Крылова, А.В. Дерюгина. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. — 31 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1

Номограмма Риды для определения % отклонения основного обмена

Соединить линейкой соответствующие показатели левой (число пульсовых ударов) и правой (пульсовое давление) шкалы. Пересечение со средней шкалой соответствует % отклонения основного обмена от должного.



Номограмма для определения площади поверхности тела по росту и весу

Соединить линейкой соответствующие показатели левой (рост) и правой (масса) шкалы. Пересечение со средней шкалой соответствует площади поверхности тела.

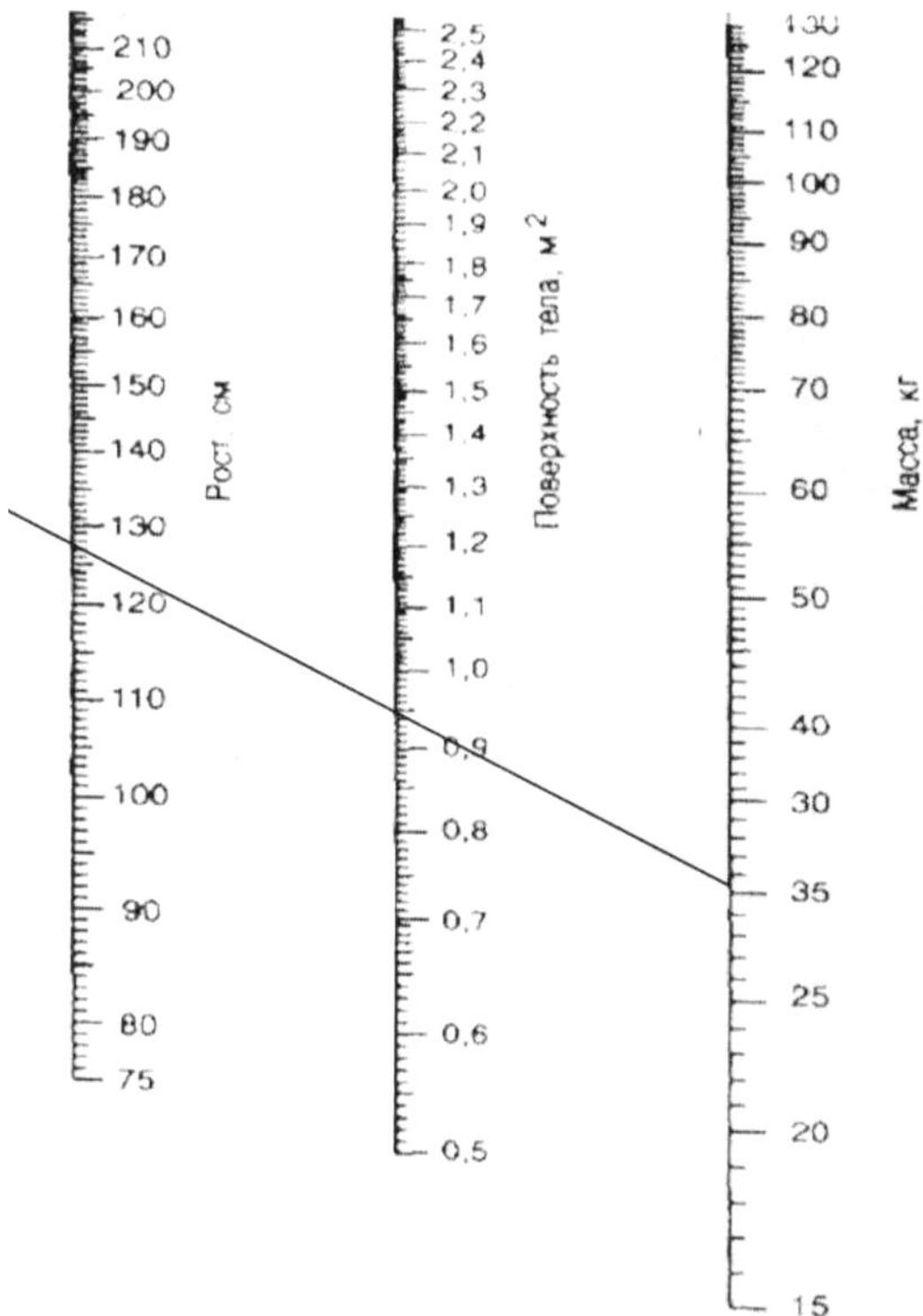


Таблица калорийности пищевых продуктов (на 100г)

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Азу	11,9	14,2	10,2	214
Бефстроганов из говядины	16,7	11,3	5,9	193
Бифштекс	27,8	29,6	1,7	384
Блины	6,1	12,3	26	233
Борщ украинский	1,1	2,2	6,7	49
Буженина вареная	16,4	18,3	1	233
Вареники с картофелем	4,4	3,7	18,5	125
Говяжий гуляш	14	9,2	2,6	148
Запеканка творожная	17,6	4,2	14,2	168
Зразы картофельные с капустой	3,3	3,9	15	108
Клецки	5	4,8	25,8	160
Котлеты из курицы	18,2	10,4	13,8	222
Куриное филе вареное	30,4	3,5	0	153
Куриные бедра	21,3	11	0,1	185
Лагман	4,3	8,9	13,3	158
Макароны вареные с жиром	3,4	5	19	135
Овощное рагу (4 сезона)	0,5	0,1	3,8	38
Окрошка мясная с квасом	2,1	1,7	6,3	52
Пельмени	11,9	12,4	29	275
Плов с бараниной (4 сезона)	4,2	6	14,9	150
Рассольник	1,4	2	5	42
Салат крабовый	9,2	7,4	5,9	128
Салат Мимоза	5,7	14,8	7,2	183
Салат Цезарь	15	10	9	190

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Самса с курицей	11	24	17	325
Свекольник	0,5	2	4,2	36
Свинина тушеная	9,8	20,3	3,2	235
Солянка домашняя	3,5	3,5	4,3	64
Суп гороховый	4,4	2,4	8,9	66
Суп молочный с макаронами	2,2	1,9	7,9	58
Суп харчо с мясом	3,1	4,5	5,5	75
Сырник творожный	18,6	3,6	18,2	183
Тефтели свиные	7	10	12	172
Уха	3,4	1	5,5	46
Чахохбили с фасолью (4 сезона)	6,2	5,5	3,4	87
Щи из свежей капусты с картофелем	1	3,8	2,1	38
Эскалоп	19	42,8	6,8	487
Молоко и молочные продукты				
Брынза (сыр из коровьего молока)	17,9	20,1	0,0	260
Йогурт натуральный. 2% жир.	4,3	2	6,2	60
Кефир 3,2% жирный	2,8	3,2	4,1	56
Кефир 1% нежирный	2,8	1	4	40
Молоко 3,2%	2,9	3,2	4,7	59
Молоко 2,5%	2,8	2,5	4,7	52
Молоко сгущенное без сахара	6,6	7,5	9,4	131
Молоко сгущённое с сахаром	7,2	8,5	56	320
Молоко сухое цельное	26	25	37,5	476
Простокваша 2,5%	2,9	2,5	4,1	53
Ряженка 2,5%	2,9	2,5	4,2	54

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Сливки 10% (нежирные)	3	10	4	118
Сливки 20% (средней жирности)	2,8	20	3,7	205
Сметана 10% (нежирная)	3	10	2,9	115
Сметана 20% (средней жирности)	2,8	20	3,2	206
Сыр голландский	26	26,8	0,0	352
Сыр плавленый	16,8	11,2	23,8	257
Сыр пошехонский	26	26,5	0,0	350
Сыр российский	24,1	29,5	0,3	363
Творожная масса	7,1	23	27,5	341
Творог обезжиренный	16,5	0,0	1,3	71
Творог 5% нежирный	17,2	5	1,8	121
Творог 9% полужирный	16,7	9	2	159
Хлеб и хлебобулочные изделия				
Баранки	16	1	70	366
Мука пшеничная 1-го сорта	10,6	1,3	67,6	331
Мука пшеничная 2-го сорта	11,7	1,8	63,7	324
Мука пшеничная высш. сорт	10,3	1,1	68,9	334
Мука ржаная сеяная	6,9	1,4	67,3	304
Сухари к чаю	10	2,3	73,8	397
Сушки маковые	11,3	4,4	70,5	372
Хлеб пшеничный	8,1	1	48,8	242
Хлеб ржаной	13	3	40	250
Батон нарезной	7,5	2,9	50,9	264
Батон подмосковный	7,5	2,6	50,6	261

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Жиры, масло и маргарин				
Жир кондитерский	0,0	99,8	0,0	897
Майонез провансаль	3,1	67	2,6	624
Маргарин столовый 40%	0,0	40	0,0	360
Маргарин молочный	0,3	82	1	743
Масло растительное	0,0	99	0,0	899
Масло сливочное 72,5%	1	72,5	1,4	662
Масло сливочное 82%	0,7	82	0,7	740
Масло пальмовое	0,0	99,9	0,0	899
Крупы				
Геркулес	12,5	6,2	61	352
Гречневая крупа (продел)	9,5	2,3	65,9	306
Гречневая крупа ядрица (гречка)	12,6	3,3	62,1	313
Кукурузная крупа	8,3	1,2	75	337
Манная крупа	10,3	1	67,4	328
Овсяная крупа	12,3	6,1	59,5	342
Перловая крупа	9,3	1,1	73,7	320
Пшеничная крупа	11,5	1,3	62	316
Пшенная крупа	11,5	3,3	69,3	348
Рис белый	6,7	0,7	78,9	344
Толокно	12,5	6	64,9	363
Ячневая	10,4	1,3	66,3	324
Овощи				
Баклажан	1,2	0,1	4,5	24
Брюква	1,2	0,1	7,7	37
Горошек зеленый	5	0,2	13,8	73

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Зеленая фасоль	4	0,0	4,3	32
Кабачки	0,6	0,3	4,6	24
Капуста белокочанная	1,8	0,1	4,7	27
Капуста краснокочанная	1,8	0,0	7,6	24
Капуста цветная	2,5	0,3	5,4	30
Картофель	2	0,4	16,1	76
Лук зеленый (перо)	1,3	0,0	4,6	19
Лук порей	2	0,0	8,2	33
Лук репчатый	1,4	0,0	10,4	47
Морковь	1,3	0,1	6,9	32
Огурцы грунтовые	0,8	0,1	2,8	15
Огурцы парниковые	0,7	0,0	1,8	10
Перец жёлтый сладкий	1,3	0,0	5,3	27
Перец зеленый сладкий	1,3	0,0	6,9	33
Перец красный сладкий	1,3	0,0	5,3	27
Петрушка (зелень)	3,7	0,0	8,1	45
Петрушка (корень)	1,5	0,0	11	47
Ревень (черешковый)	0,7	0,0	2,9	16
Редис	1,2	0,1	3,4	19
Редька	1,9	0,0	7	34
Салат	1,5	0,0	2,2	14
Свекла	1,5	0,1	8,8	43
Томаты (помидоры)	1,1	0,2	3,7	20
Черемша	2,4	0,1	6,5	34
Чеснок	6,5	0,5	29,9	143
Шпинат	2,9	0,3	2	22

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Щавель	1,5	0,0	2,9	19
Фрукты				
Абрикосы	0,9	0,0	9	44
Айва	0,6	0,0	9,8	40
Алыча	0,2	0,0	6,9	27
Ананас	0,4	0,0	10,6	49
Бананы	1,5	0,0	21,8	95
Вишня	0,8	0,0	11,3	49
Гранат	0,9	0,0	11,8	52
Груша	0,4	0,0	10,7	42
Инжир	0,7	0,0	13,9	56
Персики	0,9	0,0	10,4	44
Слива садовая	0,8	0,0	9,9	43
Финики	2,5	0,0	72,1	281
Хурма	0,5	0,0	15,9	62
Черешня	1,1	0,0	12,3	52
Яблоки	0,4	0,0	11,3	46
Апельсин	0,9	0,0	8,4	38
Грейпфрут	0,9	0,0	7,3	35
Лимон	0,9	0,0	3,6	31
Мандарин	0,8	0,0	8,6	38
Виноград	0,4	0,0	17,5	69
Ежевика	2	0,0	5,3	33
Земляника	1,8	0,0	8,1	41
Клюква	0,5	0,0	4,8	28
Крыжовник	0,7	0,0	9,9	44

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Малина	0,8	0,0	9	41
Смородина белая	0,3	0,0	8,7	39
Смородина черная	1,0	0,0	8,0	40
Черника	1,1	0,0	8,6	40
Шиповник свежий	1,6	0,0	24	101
Шиповник сушеный	4,0	0,0	60	253
Сухофрукты				
Урюк	5	0,0	67,5	278
Курага	5,2	0,0	65,9	272
Изюм с косточкой	1,8	0,0	70,9	276
Изюм кишмиш	2,3	0,0	71,2	279
Вишня	1,5	0,0	73	292
Груша	2,3	0,0	62,1	246
Персики	3,0	0,0	68,5	275
Чернослив	2,3	0,0	65,6	264
Яблоки	3,2	0,0	68	273
Бобовые				
Бобы	6	0,1	8,3	58
Горох лущеный	23	1,6	57,7	323
Горох цельный	23	1,2	53,3	303
Соя	34,9	17,3	26,5	395
Фасоль	22,3	1,7	54,5	309
Чечевица	24,8	1,1	53,7	310
Грибы				
Белые свежие	3,2	0,7	1,6	25
Белые сушеные	27,6	6,8	10	209

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Подберезовики свежие	2,3	0,9	3,7	31
Подосиновики свежие	3,3	0,5	3,4	31
Мясо, птица и субпродукты				
Баранина	16,3	15,3	0,0	203
Говядина	18,9	12,4	0,0	187
Конина	20,2	7	0,0	143
Кролик	20,7	12,9	0,0	199
Свинина нежирная	16,4	27,8	0,0	316
Свинина жирная	11,4	49,3	0,0	489
Телятина	19,7	1,2	0,0	90
Говяжья Печень	17,4	3,1	0,0	98
Говяжьи Почки	12,5	1,8	0,0	66
Говяжье Вымя	12,3	13,7	0,0	173
Говяжье Сердце	15	3	0,0	87
Говяжий Язык	13,6	12,1	0,0	163
Почки свиные	13	3,1	0,0	80
Печень свиная	18,8	3,6	0,0	108
Сердце свиное	15,1	3,2	0,0	89
Язык свиной	14,2	16,8	0,0	208
Гуси	16,1	33,3	0,0	364
Индейка	21,6	12	0,8	197
Куры	20,8	8,8	0,6	165
Цыплята	18,7	7,8	0,4	156
Утки	16,5	61,2	0,0	346
Колбаса				
Вареная колбаса Диабетическая	12,1	22,8	0,0	254

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Вареная колбаса Диетическая	12,1	13,5	0,0	170
Вареная колбаса Докторская	13,7	22,8	0,0	260
Вареная колбаса Любительская	12,2	28	0,0	301
Вареная колбаса Молочная	11,7	22,8	0,0	252
Вареная колбаса Отдельная	10,1	20,1	1,8	228
Вареная колбаса Телячья	12,5	29,6	0,0	316
Сардельки Свиные	10,1	31,6	1,9	332
Сосиски Молочные	12,3	25,3	0,0	277
Сосиски Русские	12	19,1	0,0	220
Сосиски Свиные	11,8	30,8	0,0	324
Варено-копченая Любительская	17,3	39	0,0	420
Варено-копченая Сервелат	28,2	27,5	0,0	360
Полукопченая Краковская	16,2	44,6	0,0	466
Полукопченая Минская	23	17,4	2,7	259
Полукопченая Полтавская	16,4	39	0,0	417
Полукопченая Украинская	16,5	34,4	0,0	376
Сырокопченая Любительская	20,9	47,8	0,0	514
Сырокопченая Московская	24,8	41,5	0,0	473
Мясные консервы и копчености				
Говядина тушеная	16,8	18,3	0,0	232
Свинина тушеная	14,9	32,2	0,0	349
Грудинка сырокопченая	7,6	66,8	0,0	632
Корейка сырокопченая	10,5	47,2	0,0	467
Ветчина	22,6	20,9	0,0	279
Яйца				
Яйцо куриное	12,7	10,9	0,7	157

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Яичный порошок	45	37,3	7,1	542
Сухой белок	73,3	1,8	7	336
Сухой желток	34,2	52,2	4,4	623
Яйцо перепелиное	11,9	13,1	0,6	168
Рыба свежая и морепродукты				
Горбуша	20,5	6,5	0,0	142
Камбала	16,5	1,8	0,0	83
Карась	17,7	1,8	0,0	112
Карп	16	5.6	0,0	96
Кета	22	5.6	0,0	138
Корюшка	15.4	4.5	0,0	102
Лещ	17.1	4.1	0,0	105
Семга	20.8	15.1	0,0	219
Макрурус	13.2	0.8	0,0	60
Минтай	15.9	0.7	0,0	70
Мойва	13.4	11.5	0,0	157
Навага	16.1	1	0,0	73
Налим	18.8	0.6	0,0	81
Окунь морской	17.6	5.2	0,0	117
Окунь речной	18.5	0.9	0,0	82
Осетр	16.4	10.9	0,0	164
Палтус	18.9	3	0,0	103
Путассу	16.1	0.9	0,0	72
Сазан	18.4	5.3	0,0	121
Сайра крупная	18.6	20.8	0,0	262
Сайра мелкая	20.4	0.8	0,0	143

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Салака	17.3	5.6	0,0	121
Сельдь	17.7	19.5	0,0	242
Сиг	19	7.5	0,0	144
Скумбрия	18	9	0,0	153
Сом	16.8	8.5	0,0	144
Ставрида	18.5	5	0,0	119
Стерлядь	17	6.1	0,0	320
Судак	19	0.8	0,0	83
Треска	17.5	0.6	0,0	75
Тунец	22,7	0,7	0,0	96
Угольная рыба	13.2	11.6	0,0	158
Угорь морской	19.1	1.9	0,0	94
Угорь	14.5	30.5	0,0	333
Хек	16.6	2.2	0,0	86
Щука	18.4	0.8	0,0	82
Язь	18.2	1,0	0,0	81
Печень трески	4,2	65,7	0,0	613
Кальмар	18	0,3	0,0	75
Краб	16	0,5	0,0	69
Креветка	18	0,8	0,0	83
Морская капуста	0,8	0,2	3	5
Орехи				
Фундук	16,1	66,9	9,9	704
Миндаль	18,6	57,7	13,6	645
Грецкий орех	15,2	61,3	10,2	648
Арахис	26,3	45,2	9,7	548

Название блюда	Белки	Жиры	Углеводы	Ккал
Семя подсолнечника	20,7	52,9	5	578
Сладости				
Мед	0,8	0,0	80,3	308
Зефир	0,8	0,0	78,3	299
Мармелад	4,3	0,1	77,7	296
Карамель	0,0	0,1	77,7	296
Конфеты шоколадные	4,3	39,5	54,2	596
Пастила	0,5	0,0	80,4	305
Сахар-песок	0,0	0,0	99,5	374
Халва подсолнечная	11,6	29,7	54	516
Шоколад темный	6,9	35,3	52,6	540
Шоколад молочный	6,9	35,7	52,4	547
Вафли с фр-ми начинками	3,2	2,8	80,9	350
Вафли с жировыми начинками	3,4	30,2	64,7	539
Пирожное трубочка с кремом	1,7	25,2	50,9	454
Пирожное воздушное	3,1	16,3	68,5	419
Пряники	5,8	6,5	71,6	364
Торт ассорти	4,7	15	36	294
Торт Прага	4,6	26,5	65,1	517

Каюмова Алия Фаритовна
Киселева Ольга Сергеевна
Шафиева Лиля Назифовна
Инсарова Галина Ефремовна

Физиология энергетического обмена

Учебное пособие

Подписано к печати 13.12.2021 г.
Отпечатано на цифровом оборудовании
с готового оригинал-макета, представленного авторами.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Усл.-печ. л. 3,95.
Тираж 610 экз. Заказ № 74.

450008, г. Уфа, ул. Ленина, 3,
Тел.: (347) 272-86-31, e-mail: izdat@bashgmu.ru
ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России