

Л.З. Тель  
Е.Д. Даленов  
А.А. Абдулдаева  
И.Э. Коман

# НУТРИЦИОЛОГИЯ

---

УЧЕБНИК



Москва  
Издательство «Литтерра»  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Коллектив авторов .....	6
Список сокращений .....	7
Введение .....	8
<b>Глава I. Понятие о питании</b> .....	10
Основные понятия нутрициологии .....	11
<b>Глава II. Система питания</b> .....	18
Теории питания .....	19
Режим питания .....	29
Оценка питания .....	32
<b>Глава III. Физиология пищеварения</b> .....	42
Функции системы пищеварения .....	44
Регуляция функций пищеварительной системы .....	49
Закономерности деятельности пищеварительной системы .....	52
Всасывание .....	56
Моторика и секреция в пищеварительном тракте .....	65
Пищеварение в различных отделах пищеварительного тракта .....	74
Обонятельный анализатор .....	90
Вкусовой анализатор .....	91
<b>Глава IV. Физиология питания</b> .....	93
Классификация пищи .....	93
Макронутриенты .....	93
Микронутриенты .....	119
Минеральные вещества .....	122
Защитные компоненты пищевых продуктов .....	130
Компоненты пищи, неблагоприятно влияющие на организм .....	132
<b>Глава V. Основной и общий обмен</b> .....	133
Энергетическая ценность продуктов питания .....	134
Биоэнергетика .....	135
Методы оценки энергозатрат .....	138
Основной обмен .....	140
Общий обмен .....	142
Идеальная масса тела .....	144
<b>Глава VI. Питание детей и подростков</b> .....	146
Питание детей раннего возраста .....	146
Питание детей старшего возраста .....	173
Питание в подростковом возрасте .....	203
<b>Глава VII. Питание пожилых и старых людей</b> .....	222
Роль питания в предотвращении старения .....	222
Потеря чувствительности .....	224
Ротовая полость .....	224
Пищеварительная система .....	225
Сердечно-сосудистые заболевания .....	226
Заболевания почек .....	226
Неврологические изменения .....	226

Депрессия .....	227
Пролежни .....	227
Немощность и неспособность к восстановлению .....	228
Зрение и слух .....	228
Иммунная функция .....	229
Питание и прием лекарственных препаратов .....	230
Качество жизни .....	232
Функциональность .....	233
Поддержание массы тела .....	233
Недостаток массы тела и нарушение питания .....	234
Оценка питания .....	235
Потребность в питании .....	236
<b>Глава VIII. Питание беременных</b> .....	240
Влияние статуса питания матери на исход родов .....	241
Юные беременные .....	242
Употребление дополнительных питательных веществ во время беременности .....	243
Физиологические изменения при беременности .....	243
Требования к питанию беременных .....	245
Особенности питания женщин в период беременности .....	250
Осложнения беременности, связанные с питанием .....	253
Питание при беременности, протекающей с осложнениями .....	254
Лактация .....	255
<b>Глава IX. Питание рабочих промышленных и сельскохозяйственных предприятий</b> .....	257
Питание рабочих на промышленных предприятиях .....	257
Питание сельскохозяйственных рабочих .....	269
<b>Глава X. Питание спортсменов</b> .....	272
Энергозатраты спортсмена .....	273
<b>Глава XI. Патофизиология пищеварения</b> .....	290
Патофизиология обмена веществ .....	300
Диетотерапия при пищевых аллергиях и непереносимостях .....	317
Пищевые отравления .....	333
Взаимодействие лекарственных средств и пищевых веществ .....	349
<b>Глава XII. Организация лечебного питания</b> .....	372
Лечебные диеты .....	372
Требования, предъявляемые к лечебному питанию .....	373
Питание, рекомендуемое при различных заболеваниях .....	375
Санитарные требования к организации питания в лечебных учреждениях .....	398
<b>Глава XIII. Санитарно-гигиенический контроль и оценка состояния питания населения</b> .....	400
Гигиенические основы экспертизы пищевых продуктов и требования к пищевым продуктам .....	400
Пищевые продукты и показатели их качества .....	404
Гигиенические требования к молоку и молочным продуктам .....	406

Гигиенические требования к мясу и мясным продуктам .....	418
Гигиенические требования к яйцам и яичным продуктам .....	428
Гигиенические требования к рыбе, рыбным продуктам и морепродуктам .....	433
Гигиенические требования к зерну и продуктам его переработки .....	445
Гигиенические требования к консервам .....	455
Пищевая и биологическая ценность овощей, плодов и грибов .....	459
Гигиенические требования к алкогольным и безалкогольным напиткам .....	464
Гигиенические требования к пищевым веществам, пищевым и биологически активным добавкам .....	478
Пищевые жиры .....	484
<b>Глава XIV. Санитарно-гигиенические требования к пищевым предприятиям .....</b>	<b>499</b>
Организационные и правовые основы государственного предупредительного надзора в области гигиены питания .....	499
Санитарно-гигиенические требования к устройству и содержанию предприятий общественного питания .....	508
Санитарно-гигиенические требования к организации продовольственной торговли .....	516
Санитарно-гигиенические требования к производству молока и молочных продуктов .....	519
Санитарно-гигиенические требования к предприятиям мясоперерабатывающей промышленности .....	522
Санитарно-гигиенические требования к предприятиям хлебопекарной промышленности .....	528
Санитарно-гигиенический контроль за применением пестицидов .....	532
<b>Литература .....</b>	<b>536</b>

## Глава V

# ОСНОВНОЙ И ОБЩИЙ ОБМЕН

*Обмен веществ и энергии* — совокупность процессов превращения веществ и энергии в живых организмах, а также обмен веществами и энергией между организмом и внешней средой. Эти процессы лежат в основе жизнедеятельности организма и могут быть представлены как непрерывный цикл, состоящий из трех этапов:

- поступления веществ в пищеварительный тракт и в дальнейшем в различные ткани и клетки организма;
- использования полученных веществ тканями и клетками;
- удаления продуктов обмена в окружающую среду.

*Первый этап* включает физическую обработку пищи в пищеварительном тракте, всасывание продуктов расщепления, гидролиза и других веществ (воды, витаминов, минеральных солей) в кровь, поступление их в клетки.

*Второй этап* представляет собой совокупность двух процессов — анаболизма и катаболизма.

Анаболические реакции обеспечивают синтез, обновление структурных компонентов тканей, накопление ими энергии, необходимой для роста, развития и поддержания функциональных резервов. Наряду с понятием «анаболизм» существует более широкое понятие — «ассимиляция», которое включает как процессы поступления веществ в организм, так и анаболические реакции.

Катаболические реакции (диссимиляция) — совокупность внутриклеточных процессов расщепления сложных молекул до конечных продуктов: воды, углекислого газа и аммиака с высвобождением энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки и организма в целом. Напомним, что аммиак удаляется из организма в виде азотсодержащих метаболитов.

Анаболизм и катаболизм в целом обеспечивают самообновление структур в ходе взаимосвязанных биохимических превращений, прежде всего за счет циклического рефосфорирования АТФ и восстановления НАДФ.

Анаболические и катаболические реакции в организме взрослого здорового человека находятся в состоянии динамического равновесия. Физические нагрузки, психоэмоциональные стрессорные реакции, а также старческий возраст характеризуются преобладанием катаболических реакций. Для процессов роста, развития организма, состояния беременности, восстановительных реакций, переедания свойственно относительное преобладание анаболических реакций. Нарушения равновесия между анаболическими и катаболическими

реакциями могут быть следствием определенных заболеваний, причем чаще отмечается преобладание катаболизма над анаболизмом.

*Третий этап* обмена веществ и энергии — удаление во внешнюю среду метаболитов (углекислого газа, воды, азотистых продуктов питания).

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Калорийность пищи, т.е. содержание свободной энергии, обеспечивается наличием в ней белков, жиров и углеводов. С учетом усвоения пищи (в среднем она усваивается на 90%) ее калорийность должна превосходить суточные энергозатраты организма (величину общего обмена) не более чем на 10%. При постоянном превышении суточной калорийности пищи над энергозатратами на 300 ккал (это примерно 100-граммовая сдобная булочка) увеличивается накопление резервного жира на 15–30 г/сут, а в год — на 5,4–10,8 кг.

Каждый пищевой продукт, содержащий белки, жиры, углеводы, имеет определенную энергетическую ценность, или калорийность (табл. 5.1)

**Таблица 5.1.** Калорийность некоторых продуктов (ккал на 100 г)

Продукт	Калорийность
Хлеб ржаной	170
Хлеб пшеничный	240
Пирожное	350–540
Сахар (1 чайная ложка)	379
Молоко	59
Масло сливочное	749
Сыр российский	371
Масло подсолнечное	839
Яблоки	39
Говядина отварная	254
Яйцо (1 шт.)	63
Сок виноградный (половина стакана)	71
Картофель отварной	82

При составлении меню в детских учреждениях, больницах, санаториях, домах отдыха, в армии, общепите производится расчет калорийности пищи. С этой целью используют таблицы калорийности основных пищевых продуктов. При этом учитываются все ингредиенты, которые могут содержать свободную энергию. Например, для приготовления одной порции (250 г) супа картофельного с грибами используются следующие продукты: грибы белые

свежие — 17 г, картофель — 100 г, морковь — 10 г, лук репчатый — 10 г, маргарин — 25 г, бульон — 175 г, сметана — 10 г. При расчетах учитывается содержание белков, жиров и углеводов, а также калорийность каждого компонента.

Сравнительная характеристика энергоценности пищевых продуктов дана в табл. 5.2.

**Таблица 5.2.** Энергетическая ценность 100 г съедобной части продуктов

Энергетическая ценность, ккал	Пищевые продукты
Очень большая (450–900)	Масло (подсолнечное, топленое, сливочное), орехи, шоколад, халва, пирожные с кремом, свинина жирная, колбаса сырокопченая
Большая (200–400)	Сливки и сметана (20% жирности и более), творог жирный, сыр, мороженое пломбир, свинина мясная, колбасы вареные, сосиски, гуси, утки, сельдь жирная, сайра, семга, икра, крупы, макароны, хлеб, сахар, мед, варенье, мармелад, конфеты помадные
Умеренная (100–199)	Творог полужирный, мороженое молочное, говядина, баранина, мясо кролика, куры, яйца, ставрида, скумбрия, сардины, сельдь нежирная, осетрина
Малая (30–99)	Молоко, кефир, творог нежирный, треска, хек, судак, карп, камбала, щука, паста «Океан», фрукты, ягоды, картофель, свекла, морковь, зеленый горошек
Очень малая (менее 30)	Кабачки, капуста, огурцы, редис, репа, салат, томаты, перец сладкий, тыква, клюква, грибы свежие

## БИОЭНЕРГЕТИКА

*Основной обмен* — энергозатраты организма в условиях физиологического покоя, т.е. минимальные затраты энергии, которые необходимы организму для поддержания жизнеспособности всех его органов и систем. Говоря о физиологическом покое, предполагают, что человек находится в положении лежа (в этом случае затраты энергии на мышечную активность минимальны), в условиях температурного комфорта — при 18–20 °С (в этом случае организм не затрачивает много энергии на поддержание температурного гомеостаза), в условиях эмоционального покоя, а также спустя 12–14 ч после последнего приема пищи, натощак (чтобы исключить специфико-динамическое действие пищи, т.е. увеличение энергозатрат организма, вызванное приемом пищи).

*Общий обмен* — уровень энергозатрат организма в условиях физиологической активности. Он определяется величиной основного обмена (ВОО) и энергозатратами на выполнение движений, связанных с трудовой деятельностью, отдыхом и т.п., что получило название «рабочая прибавка».

Использование понятий «основной обмен» и «общий обмен» позволяет проводить расчет энергетического баланса организма, рассчитывать количество поступающей и расходуемой энергии, решать следующие задачи:

- определять термодинамические процессы, происходящие в живых системах, потоки свободной и связанной энергии, способы использования энергии;
- определять калорийность или энергетическую ценность пищевого рациона, суточную потребность организма в энергии;
- проводить оценку степени физической активности человека (нагрузки на скелетную мускулатуру, так как основной потребитель энергии при физиологической активности — скелетные мышцы) и определять степень тяжести работы, выполняемой человеком в условиях производства и в быту, т.е. величину физической нагрузки на скелетную мускулатуру.

### **Некоторые теоретические положения биоэнергетики**

Согласно второму закону термодинамики, не всякая энергия, поступающая в термодинамическую систему (или находящаяся в ней), может быть использована для выполнения работы. Существует свободная энергия, которая может быть использована для работы, и связанная, или обесцененная, энергия, которая не может быть использована для выполнения полезной работы, так как она деградировала. В закрытых термодинамических системах вся свободная энергия самопроизвольно переходит в связанную, и поэтому эти системы становятся неработоспособными. Для того, чтобы такие системы привести в состояние работоспособности, в них надо дополнительно вводить свободную энергию, т.е. превратить такие системы в открытые.

Человеческий организм — открытая термодинамическая система. В нее постоянно поступает поток свободной энергии. Одновременно она отдает окружающей среде энергию, в основном обесцененную (связанную). Благодаря этим двум потокам энтропия живого организма (степень неупорядоченности) остается на постоянном минимальном уровне. Когда же по каким-то причинам поток свободной энергии — негэнтропии — уменьшается или возрастает образование связанной энергии, то суммарная энтропия организма возрастает, что может привести к его термодинамической смерти.

Согласно термодинамике живых систем, жизнь — это борьба с энтропией, борьба упорядоченности системы с деградацией. Согласно известному уравнению Пригожина, минимальный прирост энтропии существует в том случае, если скорость негэнтропийного потока равна скорости энтропийного потока, направленного в окружающую среду.

### **Этапы высвобождения свободной энергии в организме**

Единственный источник свободной энергии для организма — пища. Эта энергия аккумулирована в сложных химических связях белков, жиров и углеводов. Для того чтобы освободить эту энергию, питательные вещества вначале подвергаются гидролизу, а потом — окислению в анаэробных или аэробных условиях.



В процессе гидролиза, который осуществляется в ЖКТ, высвобождается незначительная часть свободной энергии (менее 0,5%). Она не может быть использована для нужд биоэнергетики, так как не аккумулируется макроэргами типа АТФ. Она превращается лишь в тепловую энергию, которая используется организмом для поддержания температурного гомеостаза.

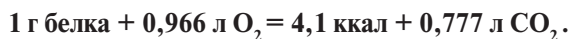
Первый этап высвобождения энергии — процесс анаэробного окисления. Таким способом высвобождается около 5% всей свободной энергии из глюкозы при окислении до молочной кислоты. Эта энергия, однако, аккумулируется макроэргом АТФ и используется для совершения полезной работы, например, для мышечного сокращения, для работы натриево-калиевого насоса, но в конечном итоге она тоже превращается в теплоту, которая называется вторичной теплотой.

Второй этап — основной этап высвобождения до 94,5% всей энергии, которая способна высвободиться в условиях организма. В процессе аэробного окисления свободная энергия высвобождается в результате отрыва водорода и переноса его электронов и протонов по цепи дыхательных ферментов на кислород. При этом высвобождение энергии идет не одномоментно, а постепенно, поэтому большую часть этой свободной энергии (примерно 52–55%) удается аккумулировать в энергию АТФ. Остальная часть в результате несовершенства биологического окисления теряется в виде первичной теплоты. После использования свободной энергии, запасенной в АТФ, для совершения полезной работы она превращается во вторичную теплоту.

Таким образом, вся свободная энергия, которая высвобождается при окислении питательных веществ, в конечном итоге превращается в тепловую энергию, поэтому замер количества тепловой энергии, которую выделяет организм, является методом определения энергозатрат организма.

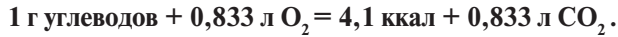
В результате окисления глюкоза, аминокислоты и жирные кислоты в организме превращаются в углекислый газ и воду. Определено, что при сжигании 1 г белка образуется 4,1 ккал. При этом белок в организме окисляется не полностью, часть его покидает организм в виде мочевины, аммиака, аммония. При сжигании 1 г жира образуется 9,3 ккал, при сжигании 1 г углеводов — 4,1 ккал. Эти величины получили название калорических эквивалентов. В организме сжигание 1 г углеводов и 1 г жира происходит до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

Итак, в условиях организма при окислении 1 г белка высвобождается 4,1 ккал, при этом на окисление расходуется 0,966 л кислорода и выделяется 0,777 л  $\text{CO}_2$ :



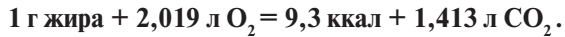
Из этой реакции вытекает, что если в организме окисляется белок и на это расходуется 1 л кислорода, то должно высвободиться 4,6 ккал. Эта величина получила название «калорический коэффициент кислорода», или «калорический эквивалент кислорода». Отношение объема углекислого газа к объему кислорода называется *дыхательным коэффициентом (ДК)*.  $0,777:0,966=0,8$  — ДК в норме.

Если в условиях организма окисляется 1 г углеводов, то реакцию можно записать следующим образом:



Таким образом, если на окисление идут только углеводы, то при потреблении 1 л кислорода высвобождается 5,05 ккал, а ДК равен  $0,833/0,833=1$ .

При окислении 1 г жира:



Таким образом, если в организме окисляются только жиры и использован 1 л кислорода, то при этом выделится 4,69 ккал. Величина ДК при окислении жиров составляет:  $1,413/2,019=0,7$ .

Когда в организме одновременно окисляются жиры, белки, углеводы, то ДК может колебаться от 0,7 (окисление только одних жиров) до 1,0 (окисление одних углеводов), а в среднем — 0,85. При ДК, равном 0,85, при сжигании 1 л кислорода высвобождается 4,862 ккал.

Приведенные расчеты показывают, что знание объема потребленного кислорода и выдохнутого углекислого газа, например, за 1 мин позволяет определить на основе вычисления ДК — какие именно вещества окисляются, и тем самым определить калорический эквивалент кислорода, а на его основе рассчитать количество высвобождаемой энергии. Например, человек за 1 мин поглотил 0,250 л кислорода, выдохнул 0,212 л углекислого газа. Следовательно, ДК:  $0,212/0,250=0,85$ . Калорический эквивалент кислорода при ДК, равном 0,85, согласно расчетам и экспериментальным данным, составляет 4,862 ккал/л кислорода. Тогда при потреблении 0,250 л кислорода выделится:  $0,250 \times 4,862=1,22$  ккал. Поскольку в нашем примере замеры сделаны в расчете на 1 мин, то скорость высвобождения энергии в данном случае составляет 1,22 ккал/мин. Если допустить, что на протяжении часа (суток) потребление кислорода будет таким же, а величина ДК — на уровне 0,85, то этот расчет можно экстраполировать на час ( $60 \times 1,22=73,2$  ккал/ч) или на сутки ( $24 \times 60 \times 1,22=1756,8$  ккал/сут).

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЗАТРАТ

Существуют два варианта методов: прямая и косвенная (непрямая) биокалориметрия. Второй метод, в свою очередь, подразделяется на два подтипа: метод полного и неполного газового анализа.

*Прямая биокалориметрия* заключается в измерении потока тепловой энергии, которую организм выделяет в окружающую среду (например, за 1 ч или за сутки). С этой целью используются калориметры — специальные камеры (кабины), в которые помещают человека или животное. Стенки калориметра омывает вода. О количестве выделенной энергии судят по величине нагрева этой воды.

Метод точный, но неудобен в эксплуатации. Выполнив свою роль как метододонаачальник, он позволил использовать метод косвенной биокалориметрии.

*Косвенная биокалориметрия* основана на принципах, изложенных выше, — на основе данных о количестве потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, расчета величины ДК и соответствующего калорического эквивалента кислорода. При наличии сведений об объемах поглощенного кислорода и выдохнутого углекислого газа метод косвенной биокалориметрии называется «полный газовый анализ». Для его выполнения необходима аппаратура, позволяющая определить объем кислорода и объем углекислого газа. В классической биоэнергетике с этой целью использовали мешок Дугласа, газовые часы (для определения объема выдохнутого за определенный период времени воздуха), а также газоанализатор Холдена, в котором существуют поглотители для углекислого газа (КОН) и кислорода (пирогалол), что позволяет оценить процентное содержание  $O_2$  и  $CO_2$  в исследуемой пробе воздуха. На основе расчетов оценивается объем поглощенного кислорода и выдохнутого углекислого газа.

Например, испытуемый за 1 мин выдохнул в мешок Дугласа 8 л воздуха. В атмосферном воздухе содержание кислорода равно 20,9%, в выдыхаемом — 15,9%. Следовательно, испытуемый поглотил за 1 мин:  $8 \times (20,9 - 15,9) / 100 = 0,4$  л кислорода. Процент углекислого газа соответственно составил 0,3 и 4,73%. Тогда объем выдохнутого углекислого газа составил:  $8 \times (4,73 - 0,03) / 100 = 0,376$  л  $CO_2$ .

Исходя из этих данных получаем:  $DK = 0,376 / 0,400 = 0,94$ .

В этом случае калорический эквивалент кислорода равен 4,9 ккал/л. Следовательно, за 1 мин испытуемый выделил (или затратил):  $0,4$  л  $O_2 \times 4,9$  ккал = 1,96 ккал.

В последние годы техника анализа содержания кислорода и углекислого газа претерпела изменения, появились автоматические газоанализаторы. Так, например, прибор «Спиролит» позволяет одновременно автоматически определить объем потребленного кислорода и объем выдохнутого углекислого газа.

Однако в большинстве случаев имеющиеся в медицине приборы не позволяли оценить объем выдыхаемого углекислого газа, в то время как объем поглощенного кислорода с помощью этих приборов определяется. К ним относится, например, прибор «Метатест». Именно поэтому в клинической и физиологической практике широко используется второй вариант метода косвенной биокалориметрии — неполный газовый анализ. В этом случае определяется лишь объем поглощенного кислорода, поэтому расчет ДК невозможен. Условно принимают, что в организме окисляются углеводы, белки, жиры. Поэтому  $DK = 0,85$ , для которого калорический эквивалент кислорода равен 4,862 ккал/л.

Дальнейшие расчеты выполняют, как и при полном газовом анализе.

Например, испытуемый, как показали исследования на спирографе типа «Метатест», поглотил за 1 мин 0,3 л кислорода (это определяется по величине подъема изолинии спирограммы на 1-минутном интервале). В этом случае энергозатраты составили:  $0,3$  л/мин  $\times 4,862$  ккал/л = 1,46 ккал/мин.

## Единицы измерения энергозатрат организма

Количество выделяемой энергии, согласно системе СИ, следует выражать в Дж (1 ккал = 4,19 кДж) или эргах. Однако в медицинской практике в нашей стране и за рубежом пользуются единицей калория, или ккал. Поскольку энергозатраты — это поток энергии в единицу времени, то чаще всего используются такие размерности, как ккал/мин, ккал/ч, ккал/сут. Для оценки ВОО обычно применяется единица ккал/сут, а для оценки энергозатрат в условиях производственной деятельности, в спорте, быту — ккал/мин или ккал/ч.

Кроме того, используются нормированные показатели — ккал на 1 кг массы в единицу времени или ккал/м<sup>2</sup> поверхности тела в единицу времени.

Комитет экспертов ФАО/ВОЗ, например, рекомендует использовать единицы, кратные ВОО. К примеру, в условиях физиологического покоя энергозатраты испытуемого составляют 1700 ккал/сут, а в условиях физиологической активности — 3400 ккал/сут, т.е. 2 ВОО.

## ОСНОВНОЙ ОБМЕН

Основной обмен — энергозатраты организма в условиях физиологического покоя, т.е. в положении лежа, натощак (спустя 12–14 ч после приема пищи), при температурном комфорте (18–20 °С) и эмоциональном покое. Это минимальные затраты организма, необходимые для поддержания его жизнедеятельности. В среднем мужчина, 35 лет, 165 см и массой тела 70 кг имеет ВОО, равную 1700 ккал/сут, или 1,18 ккал/мин, или 70,8 ккал/ч. Иногда эту величину выражают как 1 ккал/кг массы тела в час. У женщин, в связи с отсутствием высокого содержания андрогенов, ВОО на 10–15% меньше, чем у мужчин.

На что тратится энергия, выделяемая в условиях физиологического покоя? Согласно данным, представленным ВОЗ (1987), расходы ее таковы: печень — 27%, мозг — 19%, сердце — 7%, почки — 10%, мышцы — 18%, прочие органы — 19% (итого 100%). В «прочие» входят также энергозатраты на терморегуляцию. Соответственно, и потребление кислорода определяется энергозатратами.

Для каких целей определяется ВОО? Прежде всего, для оценки состояния организма. Известно, что при гиперфункции щитовидной железы (при чрезмерной продукции Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub>) ВОО существенно возрастает, а при гипофункции, наоборот, снижается. Именно поэтому эндокринологи, особенно в ситуации, когда нет возможности определить содержание Т<sub>3</sub> и Т<sub>4</sub>, оценивают ВОО.

Кроме того, ВОО — удобный ориентир для расчета величины физической нагрузки при производственной, спортивной и бытовой деятельности.

## Должный основной обмен

ВОО во многом зависит от пола, возраста, размеров тела. Так, ВОО у мужчин на 10–15% выше по сравнению с женщинами. Известно, что ВОО в расчете на массу тела максимальна у новорожденных и грудных детей, а в последующем ВОО постепенно снижается, особенно после 20–25 лет.

Энергозатраты в условиях физиологического покоя зависят от величины поверхности тела: чем она больше, тем выше энергозатраты.

Для того чтобы сравнить реальную ВОО с нормой, предложено рассчитать должную ВОО (ДВОО), или должный основной обмен (ДОО). Нормативы учитывают пол, возраст, рост и массу тела (и косвенно — площадь поверхности тела). В разных странах проводили нормативные исследования, и поэтому в настоящее время используется несколько вариантов нормативов ДОО. В нашей стране широко используется метод определения ДОО по формулам или таблицам Гарриса—Бенедикта. Существуют два варианта этих таблиц — для мужчин и для женщин. В каждой из них имеются две подтаблицы. В первой подтаблице находят число, зависимое от массы тела, а во второй подтаблице — число, зависимое от роста и возраста. Сумма этих двух чисел дает искомую величину ДОО. Например, женщина, 19 лет, рост 164 см, масса тела 55 кг. Тогда первое число при массе 55 кг — 1181, второе число при росте 164 см и возрасте 19 лет — 234. Сумма составляет:  $1181+234=1415$  ккал/сут.

Второй способ — определение по методу Дюбуа. Автор определил нормативы энергозатрат в условиях физиологического покоя в расчете на  $1\text{ м}^2$  поверхности тела в час для мужчин и женщин с учетом возраста. Например, в 20 лет для мужчин ДОО составляет 38,6, для женщин — 35,3 ккал/ $\text{м}^2$  в час. Для определения ДВОО необходимо знать площадь поверхности тела. Она находится на основании данных о росте и массе тела. С этой целью используют формулы или номограммы. В частности, в методе Дюбуа используется номограмма Дюбуа. Например, при росте 160 см и массе тела 65 кг площадь поверхности тела равна  $1,67\text{ м}^2$ . Если это 20-летняя женщина, то ее энергозатраты в расчете на 1 ч составят:  $1,67 \times 35,3 = 59$  ккал/ч, а в сутки:  $59 \times 24 = 1415$  ккал/сут.

В докладе экспертов ФАО/ВОЗ (1987) приводятся формулы для расчета ДВОО, которые получены в последние годы при исследовании большого контингента людей. Они представлены в табл 5.3.

**Таблица 5.3.** Значения основного обмена в зависимости от пола и возраста

Возраст, годы	Ккал/сут	
	мужчины	женщины
0–3	60,9 массы тела — 54	61,0 массы тела — 51
3–10	22,7 массы тела + 495	22,5 массы тела + 499
10–18	17,5 массы тела + 651	12,2 массы тела + 746
18–30	15,3 массы тела + 679	14,7 массы тела + 496
30–60	11,6 массы тела + 879	8,7 массы тела + 829
Более 60	13,5 массы тела + 487	10,5 массы тела + 596

Независимо от способа расчета ДОО или ДВОО допускается, что реальная ВОО может отличаться от нормы на  $\pm 15\%$ .

## ОБЩИЙ ОБМЕН

Общий обмен — энергозатраты организма в реальной жизни. Он складывается из различных составляющих: например, для конторского служащего ситуация такова, как показано в табл. 5.4 (из доклада экспертов ФАО/ВОЗ).

**Таблица 5.4.** Энерготраты организма в течение суток

Условия	Продолжительность	Энергозатраты
В постели (ВОО)	8 ч	560 ккал
Профессиональная активность, 1,7 ВОО	6 ч	710 ккал
Самостоятельная активность (социально-желательная активность и домашняя работа), 3 ВОО	2 ч	420 ккал
Физкультпауза для поддержания функции сердечно-сосудистой системы, 6 ВОО	1/3 ч	140 ккал
Оставшееся время (различная деятельность), 1,4 ВОО	7 ч 40 мин	750 ккал
Всего, 1,54 ВОО	24 ч	2580 ккал/сут

Из табл. 5.4 видно, что во сне энергозатраты организма равны ВОО. Энергозатраты при всех видах деятельности превышают ВОО в то или иное количество раз и в итоге составляют:  $2580 - 560 = 2020$  ккал/сут — это величина рабочей прибавки, т.е. энергозатрат, на выполнение определенной физической нагрузки.

Итак, общий обмен — это основной обмен + рабочая прибавка + специфико-динамическое действие пищи. При приеме пищи основной обмен возрастает, особенно существенно (на 30% или до 1,3 ВОО) при употреблении белков. Причина этого явления до настоящего времени не выяснена.

Любая работа сопряжена с затратой энергии, поэтому тяжесть работы легко определить по величине энергозатрат при выполнении данной работы.

Так, если выражать энергозатраты в числах, кратных ВОО, или в ккал/мин (так как в условиях физиологического покоя ВОО  $\approx 1$  ккал/мин), энергозатраты таковы: ходьба пешком, умывание, одевание, кратковременная поза стоя — 1,4 ВОО; пение и танцы — 3,2; стирка одежды — 2,2; ходьба по дому — 2,5; медленные прогулки по улице — 2,8; игра в карты — 1,4; приготовление пищи — 1,8; повседневная уборка — 2,7; конторские работы — 1,3; кладка кирпича — 3,3; столярные работы — 2,8; работа вилами — 6,8; охота и рыбная ловля — 3,4; ручная дойка коров — 2,9; погрузка мешков на тачку — 7,4; рубка сахарного тростника — 6,5.

В связи с возможностью объективно оценить энергозатраты организма при выполнении той или иной деятельности, предложено разделить все виды тру-

довой деятельности по тяжести, т.е. по интенсивности нагрузки на скелетную мускулатуру, на категории или классы.

В нашей стране принято делить в основном все трудовые процессы на 4 категории: легкий, средний, тяжелый и очень тяжелый труд (табл. 5.5).

**Таблица 5.5.** Суточные энергозатраты организма в зависимости от вида деятельности

Легкий труд	Средний труд	Тяжелый труд	Очень тяжелый труд
2200–3300	2350–3500	2500–3700	2900–4200

Часто выражают тяжесть труда по количеству энергозатрат в 1 мин (табл. 5.6).

**Таблица 5.6.** Минутные энерготраты организма в зависимости от вида деятельности

Легкий труд	Средний труд	Тяжелый труд	Очень тяжелый труд
2,5–5,0 ккал/мин	5,1–7,5 ккал/мин	7,6–10 ккал/мин	Более 10 ккал/мин

Эти значения дают возможность ориентировочно определить, во сколько раз энергозатраты превышают ВОО.

Согласно данным экспертов ФАО/ВОЗ, в международной практике принято выделять только три категории тяжести труда — легкий, средний и тяжелый. При этом энергозатраты, выраженные в единицах, кратных ВОО, равны (табл. 5.7).

**Таблица 5.7.** Энергозатраты в единицах ВОО

Пол	Легкий труд	Средний труд	Тяжелый труд
Мужской	1,7	2,7	3,8
Женский	1,7	2,2	2,8

Среднесуточные энергозатраты у студентов составляют около 3000 ккал/сут, а у людей умственного труда — 2400–2800 ккал/сут.

Деление труда на категории тяжести дает возможность объективно оценить уровень организации рабочего процесса на конкретном производстве. Если из 100 рабочих мест на 80 имеется тяжелый или очень тяжелый труд, то это означает, что труд организован нерационально.

Данные о величине общего обмена позволяют также определять калорийность суточного рациона. Так, если суточные энергозатраты организма составляют 3000 ккал, то суточная калорийность пищи, с учетом, что усваивается лишь 90% поступающих с пищей питательных веществ, должна составлять 3300 ккал.

Величина общего обмена отражает степень физической активности человека. Если она низкая (2400–3500 ккал/сут), то это свидетельствует о гипокинезии, или гиподинамии. Такое состояние опасно для здоровья: на этом фоне повышается риск раннего появления атеросклероза, ишемической болезни сердца, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки и т.п. Многие кардиологи мира относят гипокинезию, или гиподинамию, к основным фак-

торам риска (наряду с курением, алкоголем и нерационально организованным питанием) возникновения указанной патологии.

Чрезмерная активность, как показывает анализ заболеваемости спортсменов высокого класса, тоже не приносит большой пользы организму.

Многолетние наблюдения показали, что частота заболеваний и связанная с ними смертность зависят от уровня физической активности (табл. 5.8).

**Таблица 5.8.** Уровень заболеваемости и смертности в зависимости от уровня физической активности (на 10 000 населения)

Показатель (муж/жен)	Низкая подвижность	Умеренная подвижность	Максимальная подвижность
Смертность от всех причин	64/40	26/16	20/7
Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний	25/7	8/3	7/10
Смертность от рака	20/16	3/1	5/1

По данным экспертов ФАО/ВОЗ (1987), для поддержания высокой работоспособности каждому человеку необходимо ежедневно по 20 мин совершать физическую активность интенсивностью 4–5 ккал/мин, или 5 ВОО.

## ИДЕАЛЬНАЯ МАССА ТЕЛА

Это одно из основных понятий физиологии питания. До настоящего времени нет единой методики определения нормы массы тела. Принято считать, что идеальная масса тела — это такая масса, которая статистически достоверно сочетается с наибольшей продолжительностью жизни.

Величина идеальной массы тела зависит от пола, возраста, размеров тела.

Существуют различные варианты определения идеальной массы.

- *Индекс Брока*: для этого рекомендуется из величины роста (см) вычесть 100, т.е. рост – 100 см. В последние годы используется модифицированный индекс:
  - для лиц, имеющих рост до 165 см: рост – 100 см;
  - для лиц, имеющих рост 166–175 см: рост – 105 см;
  - для лиц, имеющих рост более 175 см: рост – 110 см.

Для нормостеников (лиц с нормальной грудной клеткой) дополнительной коррекции в полученное значение не вносят, для гиперстеников (лиц с широкой грудной клеткой) добавляют к полученной величине 10%, для астеников (лиц с узкой грудной клеткой) идеальная масса тела на 10% меньше той, что определяется по индексу Брока.

- В Западной Европе популярна *номограмма Тевса*. По номограмме прямой линией соединяются два значения — рост и фактическая масса тела. Эта линия пересекает два графика, на одном из них дается отклонение от иде-



альной массы тела в килограммах, а на другом — отклонение идеальной массы в процентах. Например, мужчина ростом 165 см имеет реальную массу тела, равную 85 кг. Она превышает идеальную на 29 кг, или на 52%. Номограмма Тевса имеет две шкалы роста — для мужчин и женщин. Однако в ней не учитываются конституционные особенности человека (нормостеник, астеник, гиперстеник).

- *Номограф А.А. Покровского*. В 1970-е гг. широкое распространение получил номограф А. А. Покровского. В нем учитываются пол и возраст (20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 лет). Например, мужчина 35 лет при росте 170 см должен иметь идеальную массу 68 кг, а в 45 лет его идеальная масса равна 72 кг.
- *Модифицированный номограф А. А. Покровского*. Изданный для населения «Счетчик калорий» А.А. Покровского содержит две таблицы: «Рекомендуемый вес для мужчин 25–30 лет» и аналогичную — для женщин. В этих таблицах учитывается рост и тип конституции (астеник, нормостеник, гиперстеник). При возрасте свыше 30 лет допускается увеличение массы тела по сравнению с приведенными в таблицах от 2,5 до 6 кг. Например, мужчина 30 лет рост 170 см: если он имеет узкую грудную клетку — его идеальная масса составляет 60,5 кг, если нормальную — 67,8 кг, если широкую (гиперстеник) — 73,8 кг. Таким образом, разница между гипостеником и астеником составляет 13,3 кг.

В Европе широкое распространение получил *индекс Кетле*, или ИМТ, в зарубежной литературе — *BMI (Body Mass Index)*: — частное от деления массы тела (кг) на рост (см), взятый в квадрат. Например, масса тела — 70 кг, рост 160 см. Тогда ИМТ составляет:  $70:1,60^2=27,3$ . Если индекс Кетле выше 24,9, то это состояние указывает на наличие у данного человека повышенного риска развития ишемической болезни сердца.

Показатель ИМТ разработан в 1869 г. бельгийским математиком, социологом и статистом Адольфом Кетле (1796–1874).

В настоящее время действуют следующие рекомендации по прочтению ИМТ:

- ИМТ <18,5 — недостаток массы тела;
- ИМТ 18,6–24,9 — нормальная масса тела;
- ИМТ 25–29,9 — избыток массы тела;
- ИМТ 30–34,9 — I степень ожирения;
- ИМТ 35–39,9 — II степень ожирения;
- ИМТ 40–49,9 — III степень ожирения;
- ИМТ >50 — IV степень ожирения.