

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ (МЕТАБОЛИЗМ)

АССИМИЛЯЦИЯ (АНАБОЛИЗМ)

ДИССИМИЛЯЦИЯ (КАТАБОЛИЗМ)

Состав тела человека массой 70 кг

Состав	Количество (г)
Вода	41400
Жир	12600
Белок	12600
Углеводы	300
Натрий	63
Калий	150
Кальций	1160
Магний	21
Хлориды	85
Фосфор	670
Сера	112
Железо	3
Йод	0,014

Обмен белков

(около 20% массы тела человека)

Составляют около 20% массы тела человека.

Функции белков

- входят в состав клеток;
- воспроизводство (ДНК, РНК);
- процессы сокращения;
- каталитическая активность (ферменты, гормоны...);
- антитоксическая;
- свертывание крови;
- транспортная;
- регуляторная;
- источник энергии;
- белки пищи оказывают влияние на процессы возбуждения и торможения.

АЗОТИСТОЕ РАВНОВЕСИЕ

состояние, при котором количество азота, поступающего в организм с пищей равно количеству азота, выводимого из организма.

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ АЗОТИСТЫЙ БАЛАНС

состояние, при котором в организм поступает азота больше, чем выделяется (задержка азота, ретенция азота)
(период роста организма, беременности, выздоровления после тяжелого заболевания, истощения).

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ АЗОТИСТЫЙ БАЛАНС

состояние, при котором количество выводимого азота превышает его поступление в организм
(питании неполноценными белками, белковое или полное голодание).

(100 г белка содержит 16 г азота;
Выделение организмом 1 г азота соответствует распаду 6,25 г белка. За сутки из организма выделяется около 3,7 г азота).

Нормы потребления белка

Для оптимальной деятельности организма ежедневное поступление белка должно составлять 0,8 гр. на 1 кг. массы тела (около 56 гр/сут.;).

При этом 1/2 белка должна быть животного происхождения.

(белковый оптимум)

Для поддержания белкового баланса содержание белка при смешанной диете должно составлять 30-40 гр.

(белковый минимум).

При физической работе, беременности, тяжелых заболеваниях ежедневная потребность в белке до 2,0 гр/кг; у детей, стариков - до 1,2 - 1,5 г/кг

Рекомендуемое потребление белка - не менее 0,75 г/кг/сут или для взрослого здорового человека (массой 70 кг) не менее 52,5 г легкоусвояемого полноценного белка в сутки. Не менее 30% белков животного происхождения с высокой биологической ценностью.

Регуляция обмена белка

(нейрогуморальные механизмы)

- соматотропный гормон гипофиза - обеспечивает процесс синтеза белка, за счет повышения проницаемости клеточных мембран для аминокислот, усиления синтеза информационной РНК в ядре клетки и подавления синтеза катепсинов;
- гормоны щитовидной железы (тироксин и трийодтиронин) - в определенных концентрациях стимулируют синтез белка, активируя рост, развитие, дифференциацию тканей и органов;
- гормоны коры надпочечников - глюкокортикоиды (гидрокортизон, кортикостерон) усиливают распад белков в тканях (мышечной, лимфоидной); в печени наоборот стимулируют синтез белка;
- инсулин – ускоряет транспорт некоторых аминокислот в клетки;
- тестостерон – увеличивает накопление белков в организме, особенно сократительных белков.

Обмен жиров

(нейтральные жиры - триглицериды, фосфолипиды и холестерин).

Функции жиров

- 10-20% массы тела человека - запасы нейтральных жиров - триглицеридов в жировых депо;
- энергетическая (за счет окисления жиров обеспечивается 50% потребности в энергии);
- пластическая функция (в основном осуществляется фосфолипидами, холестерином и жирными кислотами);
- источник эндогенной воды;
- растворители витаминов А, D, Е, К и способствуют их окислению;
- защитная.

Регуляция обмена жиров

Нервные механизмы

- симпатический отдел вегетативной нервной системы способствует мобилизации жира;
- парасимпатический - способствует отложению жира.

При разрушении вентромедиальных ядер гипоталамуса развивается длительное увеличение аппетита и усиление отложения жира.

Гуморальная регуляция

- выраженное жиромобилизирующее действие оказывают - Адреналин, норадреналин, соматотропный гормон, тироксин;
- тормозят мобилизацию жира - глюкокортикоиды, инсулин.

Обмен углеводов

- пластические функции (входят в состав нуклеотидов и нуклеиновых кислот);
- являются главным источником легко утилизируемой энергии;
- регуляторная функция (противодействует накоплению кетоновых тел при окислении липидов ...);
- защитные свойства;
- специализированные функции.

Минеральные вещества

Макроэлементы

кальций, калий, магний, натрий, фосфор, хлор, сера. (содержатся в количествах измеряемых сотнями и десятками миллиграммов на 100 г тканей или пищевого продукта)

Микроэлементы

железо, кобальт, цинк, фтор, йод, и другие (десятые, тысячные и т.д. на 100 г тканей или пищевого продукта)

Значение минеральных веществ:

1. Участие в структуре и функции большинства ферментных систем и процессов, протекающих в организме;
2. Участие в пластических процессах и построении тканей организма, особенно костной;
3. Поддержание КЩ Р.
4. Поддержание нормального солевого состава крови и участия в структуре форменных ее элементов;
5. Нормализации водно-солевого обмена.

Средняя суточная потребность в минеральных веществах взрослого человека

Вещество	Количество
Натрий	3,0 г
Калий	1,0 г
Хлор	3,5 г
Кальций	1,2 г
Фосфор	1,2 г
Железо	18,0 мг
Йод	150,0 мкг
Магний	0,4 г
Кобальт	неизвестно
Медь	неизвестно
Марганец	неизвестно
Цинк	15,0 мг

Физиологическая роль минеральных веществ в организме

Вещество	Физиологическая роль
Натрий	Содержится преимущественно во внеклеточной среде. Генерация потенциалов действия в возбудимых тканях. Осмотическое давление и распределение воды между внутренними средами организма. В составе бикарбонатной буферной системы обуславливает сохранение рН внутренней среды организма
Кальций	Входит в состав зубов и костей. Свертывание крови. Мышечное сокращение. Возбуждение клеток. Синаптическая передача возбуждения. Вторичный внутриклеточный посредник нейротрансмиттеров и гормонов
Калий	Содержится преимущественно внутри клеток. Мембранный потенциал покоя, реполяризация потенциала на мембране возбудимых клеток
Хлор	Содержится во вне- и внутриклеточной жидкостях. Процессы торможения и возбуждения в центральной нервной системе
Железо	Примерно 65% содержится в гемоглобине. Основная функция — связывание и транспорт O_2 , находится в мышцах, печени, селезенке, костном мозгу, входит в состав ферментов
Фосфор	80% содержится в тканях костей и зубов. Содержится в фосфолипидах и липопротеидах. Участие в метаболизме — находится в составе АТФ и ее производных
Йод	Входит в состав молекул гормонов и предшественников гормонов щитовидной железы
Медь	Участвует в процессах всасывания железа в кишечнике, образовании гемоглобина, пигментации
Фтор	Необходимый компонент твердых тканей зубов
Магний	Синтез ферментов. Образование костей. Физиологические функции возбудимых тканей — нервная и мышечная
Сера	Входит в состав аминокислот, белков и витаминов (B_1 , Н)
Цинк	Входит в состав ферментов. Рост и развитие тела

**Клинико-биохимические признаки дефицита
иммунокомпонентных микроэлементов (МЭ) в тимусе
и селезенке (по Е. Вельховеру)**

МЭ	Признаки, присущие дефициту данного МЭ
Zn²⁺	<i>Гипотрофия и нарушение функции тимуса с недостаточностью Т-лимфоцитов и угнетением хелперов и киллеров. Понижение продукции янтарной кислоты и энергии в митохондриях различных органов</i>
Mg²⁺	<i>Многокомпонентные (склеротические, воспалительные, спастические и стрессовые) тенденции, выражающиеся отеком тканей, накоплением CO₂, опухолевидными перерождениями. Ослабление функции фагоцитоза и образования антител</i>
Cu²⁺	<i>Блокада фагоцитарной активности лимфоцитов и лимфоидных образований как продуцентов антител, повышение уровня катехоламинов и содержания молочной кислоты</i>
Fe²⁺	<i>Снижение гемопоза, скорости кровотока и секреции желудочного и панкреатического соков, уменьшение транспорта кислорода и электронов, связанное с гипофункцией цитохромов и железосеропротеинов</i>
Mn²⁺	<i>Дисфункции углеводного, белкового и жирового обменов, дефекты в синтезе гликозаминогликанов, повышение количества пировиноградной кислоты</i>
Se⁴⁺	<i>Снижение дезинтоксикационной деятельности организма по отношению к солям тяжелых металлов. Ослабление функции щитовидной железы и уменьшение выработки антител и клеток-киллеров</i>
Cr³⁺	<i>Повышение концентрации холестерина и триглицеридов, увеличение числа атеросклеротических бляшек, развитие нейропатии, ишемизации тканей и дисфункции высшей нервной деятельности. Ослабление функции мононуклеарных фагоцитов</i>
Co²⁺	<i>Ухудшение кроветворения, синтеза никотиновой кислоты и витаминов А, В, С, К. Вероятна врожденная патология иммунитета из-за генетической недостаточности транскобаламина</i>
Ag⁺	<i>Ослабление иммунной системы организма за счет выхода из строя серебросодержащих ферментов, обладающих выраженным бактерицидным эффектом</i>
Si⁴⁺	<i>Понижение сопротивляемости организма, обусловленное исчезновением эластичности стенок артерий и развитием распространенного кальциноза. В отдельных случаях возможно появление туберкулеза и рака</i>

Физиологическая роль витаминов

Витамин	Суточная потребность	Физиологическая роль
А (ретинол)	A ₁ — 0,9 мг, β-каротин — 1,8 мг	Синтез зрительного пигмента родопсина, процессы роста организма, репродукция, пролиферация и ороговение эпителия
Д (кальциферол)	2,5 мг	Всасывание в кишечнике ионов Ca ²⁺ , обмен фосфора и кальция в организме
РР (ниацин, никотиновая кислота)	20 мг	Клеточное дыхание (в переносе электронов и водорода), процессы регуляции секреторной и моторной функции желудочно-кишечного тракта
К (филлохиноны)	70 мкг	Синтез факторов свертывания крови
Е (токоферол)	10–12 мг	Антиоксидант
С (аскорбиновая кислота)	50–100 мг	Образование коллагена, включение железа в ферритин. Повышает устойчивость организма к инфекциям
В ₁ (тиамин)	1,4–2,4 мг	Процесс декарбоксилирования, кофермент пируваткарбоксилазы
В ₂ (рибофлавин)	2–3 мг	Компонент флавиновых ферментов, перенос водорода и электронов
В ₃ (пантотеновая кислота)	5 мг	Перенос ацетильной группы КоА при синтезе жирных кислот, стероидов
В ₆ (пиридоксин)	2 мг	Кофермент трансаминазы, декарбоксилазы, дегидратазы, десульфогидратазы
В ₁₂ (цианокобаламин)	2 мкг	Компонент ферментов метаболизма нуклеиновых кислот и метилирования. Гемопоез
Фолиевая кислота	400 мкг	Синтез пуринов и метионина, метаболизм одноуглеродных фрагментов молекул. Процесс кроветворения
Н (биотин)	100–150 мкг	Кофермент дезаминаз, карбоксилаз, трансфераз, осуществляет перенос CO ₂

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ОРГАНИЗМА

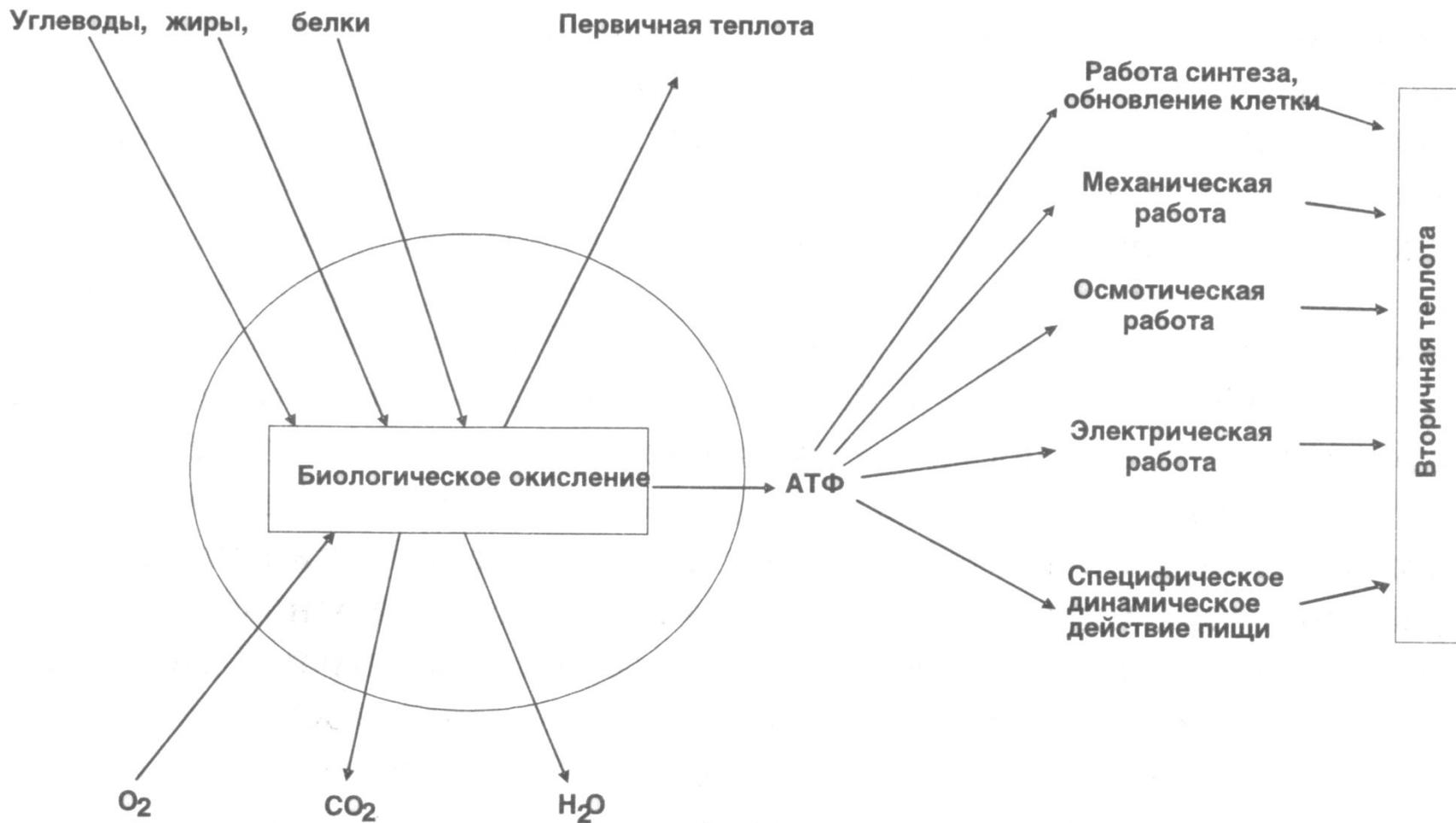
соотношение между количеством энергии, поступающей с пищей, и энергией, расходуемой организмом.

ПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

измерение количества тепла, непосредственно рассеянного организмом в теплоизолированной камере.

НЕПРЯМАЯ КАЛОРИМЕТРИЯ

измерение количества потребленного организмом кислорода и расчете энергозатрат с использованием данных о величинах ДК (*дыхательного коэффициента*) и КЭО₂ (*калорического эквивалента кислорода*)



Схематическое изображение взаимосвязи превращений веществ и энергии в организме.

В клетку поступают энергоносители — углеводы, жиры, белки и O₂. Из клетки выходят потоки — CO₂ (результат декарбоксилирования углеводов, жиров, белков), H₂O, первичное тепло и энергия, заключенная в молекулах АТФ. После гидролиза АТФ, обеспечивающих разные виды работы, энергия рассеивается в виде вторичного тепла.

Дыхательный коэффициент

*отношение объема выделенного углекислого газа к
объему поглощенного кислорода*

При окислении *глюкозы* ДК=1, *жиров*- 0,7, *белков* -
0,82.

Для *смешанной пищи* ДК принимается равным от 0,9 до
0,7.

Калорический эквивалент кислорода (КЭО₂)

*количество тепла, образующееся в организме при
потреблении 1 л. O₂)*

КЭО₂ (ккал/л) для *углеводов* - 5,05, *жиров* - 4,69, *белков*
- 4,46.

ДК больше 1 может быть при интенсивной физической
нагрузке, накоплении углекислоты в организме.

ОСНОВНОЙ ОБМЕН

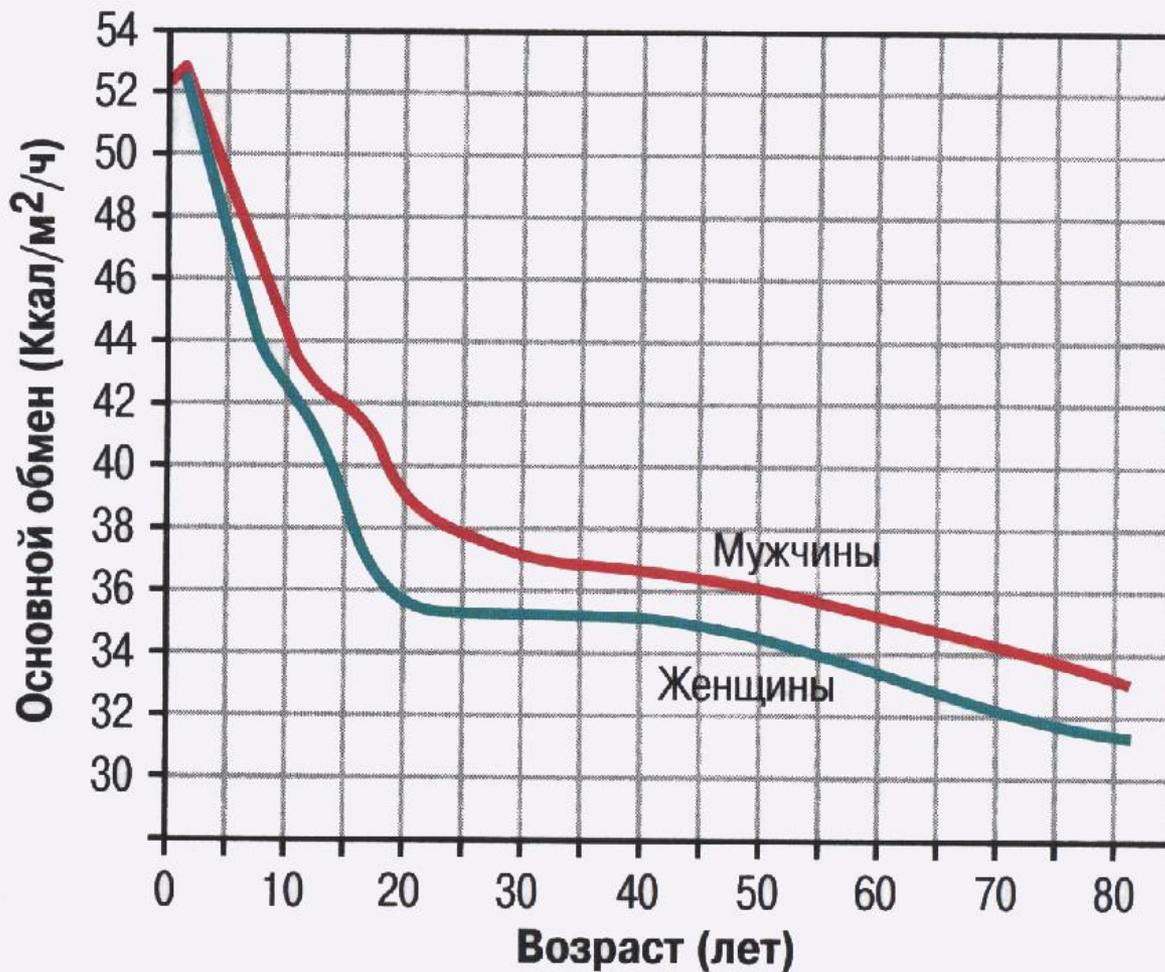
минимальный уровень энергозатрат, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма в условиях относительно полного физического и эмоционального покоя

Определение основного обмена проводят *в стандартных условиях*:

1. В утренние часы;
2. В положении лежа;
3. При максимальном расслаблении мышц, в состоянии бодрствования;
4. В условиях температурного комфорта (около 22 С⁰);
5. Натощак - через 12-14 часов после последнего приема пищи.

Средняя величина основного обмена (для взрослого) –
1 ккал/кг/час.

Для мужчин (m=70 кг) - около 1700 ккал/сут (или 7100 кДж/сут или 84 Вт);
для женщин - около 1500 ккал/сут.



Нормальный уровень основного обмена в разные возрастные периоды для обоих полов

Рабочая прибавка

разница между величинами энергозатрат
организма на выполнение различных видов
работ и энергозатрат на основной обмен
веществ

Специфическое-динамическое действие пищи (СДД)

(постпрандиальные эффекты, влияние пищи на основной обмен, термический пищевой эффект)

усиление интенсивности обмена веществ, увеличение энергозатрат организма под влиянием приема пищи

(обусловлено энергозатратами на переваривание пищи, всасывание из ЖКТ в кровь, лимфу, ресинтез белковых и других молекул, влиянием БАВ)

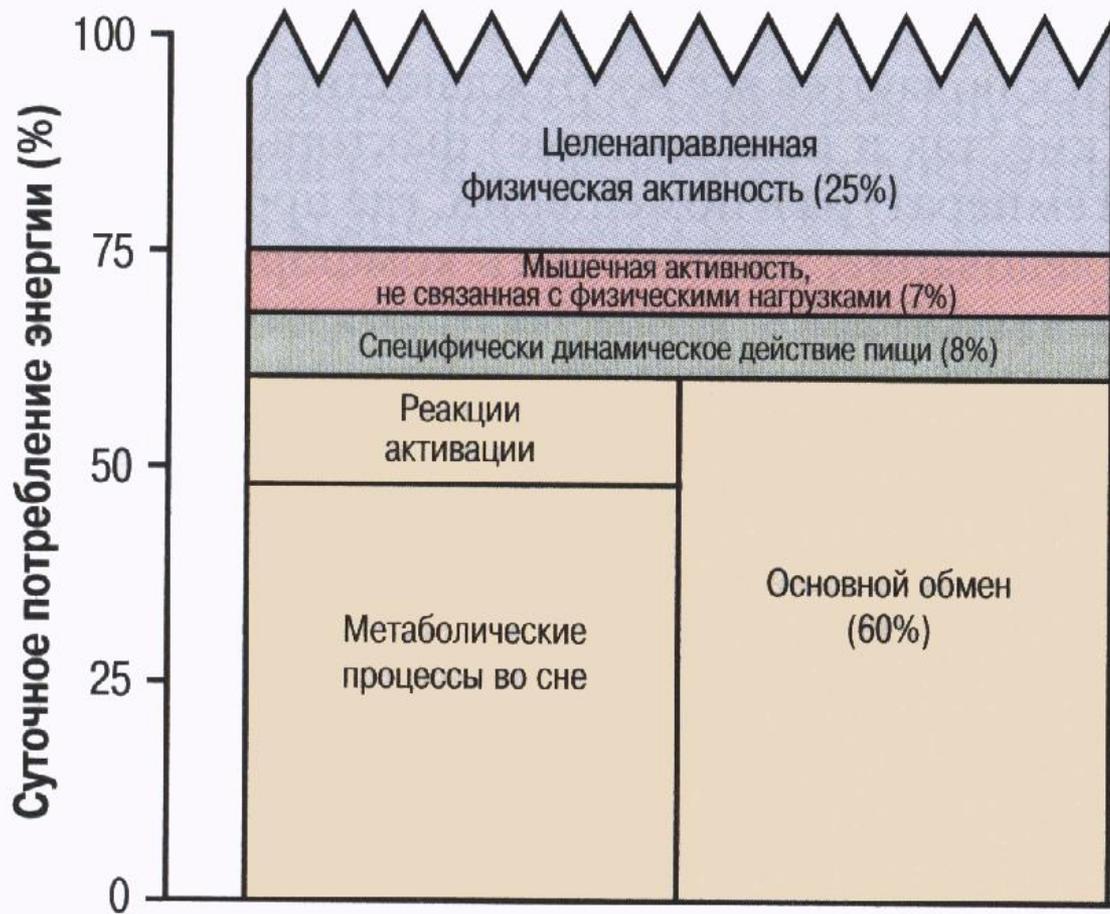
При приеме *белков* - до 30%,

жиров – 4 - 14%;

углеводов - 4-7%;

смешанная пища - 6-15%.

Может продолжаться до 12-18 часов.



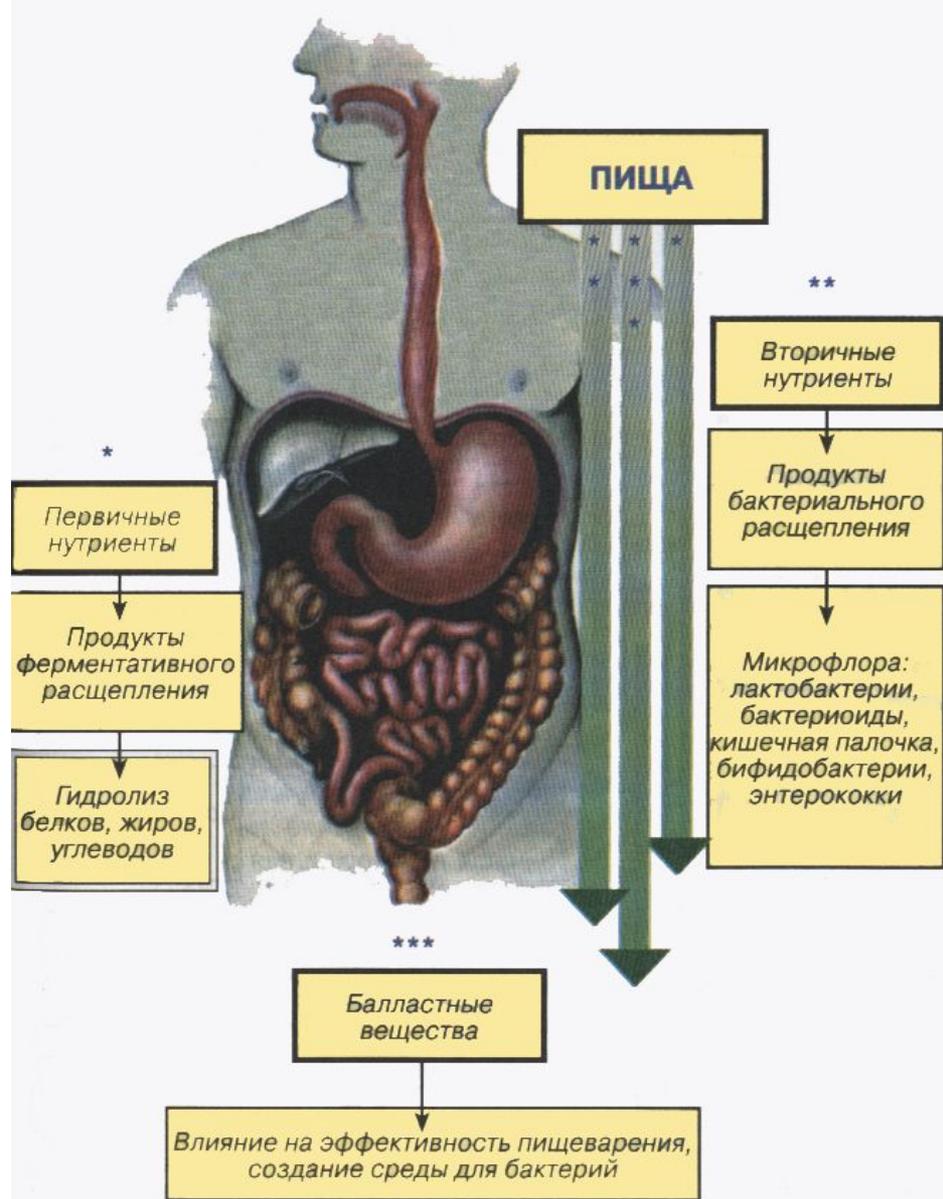
Составляющие расхода энергии

ПИТАНИЕ

процесс доставки, усвоения питательных веществ в организм для обеспечения энергетических и пластических потребностей (также потребностей в воде, витаминах, минеральных веществах)

Виды питания

- естественное;
- искусственное (клиническое парентеральное и зондовое энтеральное);
- лечебное;
- лечебно-профилактическое.



Механизм переработки продуктов питания в пищеварительном тракте

РАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

питание, удовлетворяющее энергетические, пластические и другие потребности организма, обеспечивающие при этом необходимый уровень обмена веществ.

Основные принципы рационального питания

1. Энергетическая ценность питания должна соответствовать энергетическим затратам организма.
2. Состав питательных веществ должен соответствовать физиологическим потребностям в них организма.
3. Питание должно быть разнообразным, содержать свежие натуральные продукты растительного и животного происхождения.
4. Суточное количество пищи должно поступать в организм порционно (регулярность, кратность и чередование приемов пищи).
5. Концепция здорового питания учитывает роль различных питательных веществ как факторов профилактики заболеваний.

1. Античная теория питания

2. Теория сбалансированного питания (классическая)

Постулаты классической теории питания:

1. питание поддерживает молекулярный состав организма и возмещает его энергетические и пластические расходы;
2. идеальным считается питание, при котором поступление пищевых веществ максимально точно (по времени и составу) соответствует их расходу;
3. поступление пищевых веществ в кровь обеспечивается в результате разрушения пищевых структур и всасывания нутриентов, необходимых для метаболизма, энергетических и пластических потребностей организма;
4. пища состоит из нескольких компонентов, различных по физиологическому значению - нутриентов, балластных веществ и вредных (токсических) веществ;
5. ценность пищевого продукта определяется содержанием и соотношением в нем аминокислот, моносахаридов, жирных кислот, витаминов, солей;
6. утилизация пищи осуществляется самим организмом.

Теория адекватного питания (ТАП)

1. Питание поддерживает молекулярный состав и возмещает энергетические и пластические расходы организма на основной обмен, внешнюю работу и рост (общий постулат для той и другой теории);
2. Нормальное питание обусловлено не одним потоком нутриентов из ЖКТ во внутреннюю среду организма, а несколькими потоками нутриентов и регулируемых веществ, имеющими важное значение:
 - 1-й поток веществ - гормоны и БАВ;
 - 2-й – поток бактериальные метаболиты;
 - 3-й – поток состоит из веществ, поступающих с загрязненной пищей или загрязненной внешней среды;
3. Балластные вещества являются необходимыми компонентами пищи;
4. В метаболическом и особенно трофическом отношении ассимилирующий организм является надорганизменной системой;
5. Существует эндозоология организма хозяина, образуемая микрофлорой кишечника, с которой организм хозяина поддерживает сложные симбионтные отношения, а также кишечной, или энтеральной средой;
6. Баланс пищевых веществ в организме достигается в результате освобождения нутриентов из структур пищи при ферментативном расщеплении ее макромолекул за счет полостного и мембранного пищеварения, а в ряде случаев - внутриклеточного (первичные нутриенты), а также вследствие синтеза новых веществ, в том числе незаменимых, бактериальной флорой кишечника (вторичные нутриенты).

Нормы питания

Соотношение в пищевом рационе б: ж: у должно быть:

по массе этих веществ 1 : 1,2 : 4,6

по энергетической ценности - 15:30:55%.

жиров растительного происхождения должно быть не менее 30%.

При выполнении физического труда соотношение б: ж: у должно быть:
1 : 1,3 : 5,1.

Удельный вес животного белка - 55% от суточной нормы белка,
жиры растительного происхождения 30% от суточной нормы жиров.

Принципы составления пищевых рационов:

1. Калорийность суточного рациона данного человека должна соответствовать его энерготратам;
2. Содержание в рационе белков, жиров, углеводов должно быть равным хотя бы минимальной потребности в них;
3. Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов также должно быть по меньшей мере равно минимальной потребности в них;
4. Содержание в рационе витаминов, солей и микроэлементов должно быть ниже токсичного уровня.

Величины энергозатрат и потребления питательных веществ для различных групп населения

1 группа

- люди, преимущественно умственного труда, очень легкая физическая активность, коэффициент физической активности - 1,4.
(*коэффициент физической активности - соотношение общих энергозатрат с величиной основного обмена*);

Энергетические затраты - 2400-2800 ккал/сут;

потребности в белке - 78/81 г/сут. (соответственно для женщин/мужчин 18-29 лет);

жиры - 88/103 г/сут.;

углеводы - 324/378 г/сут.

(научные работники, студенты гуманитарных специальностей, операторы ЭВМ, контролеры, педагоги, диспетчеры,...);

2 группа

работники легкого физического труда. Коэффициент физической активности - 1,6; Энерготраты - 2550-3000 ккал/сут.

(водители трамваев, троллейбусов, работники конвейеров, весовщицы, упаковщицы, швейники, агрономы, санитарки, медсестры, работники связи и сферы обслуживания, продавцы промтоваров);

3 группа

работники среднего по тяжести физического труда, коэффициент физической активности - 1,9; Энерготраты - 3150-3700 ккал/сут;

(слесари, наладчики, настройщики, станочники, буровики, водители экскаваторов и бульдозеров, водители автобусов, врачи-хирурги, текстильщики, обувщики,...);

4 группа

работники тяжелого физического труда, коэффициент физической активности - 2,2; Энерготраты - 3700-4100 ккал/сут;

(строительные рабочие, помощники буровиков, хлопкоробы, основная масса сельскохозяйственных рабочих, доярки, овощеводы, деревообработчики, металлурги, литейщики);

5 группа

работники особо тяжелого физического труда, коэффициент физической активности - 2,5; (только для мужчин);
Энерготраты - 4300 ккал/сут)

(механизаторы и сельскохозяйственные рабочие в посевной и уборочный период, горнорабочие, вальщики леса, бетонщики, каменщики, землекопы, оленеводы, грузчики механизированного труда).

Расход энергии в зависимости от характера труда

Группа	Особенности профессии	Общий суточный расход энергии
I	Лица, работа которых не связана с затратой физического труда или требует несущественных физических усилий	9211–13 816 кДж (2200–3300 ккал)
II	Работники механизированного труда и сферы обслуживания, труд которых не требует больших физических усилий	9838–14 654 кДж (2350–3500 ккал)
III	Работники механизированного труда и сферы обслуживания, труд которых связан со значительными физическими усилиями	10467–15491 кДж (2500–3700 ккал)
IV	Работники механизированного труда или частично механизированного труда большой и средней тяжести	12142–17585 кДж (2900–4200 ккал)

Средние величины параметров водного баланса организма

человека

Потребление воды		Выделение воды	
Источник	(мл/сут)	Источник	(мл/сут)
Питье и жидкая пища	1200	С мочой	1500
Твердая пища	1000	С потом	500
Эндогенная вода окисления	300	С выдыхаемым воздухом	400
		С калом	100
Итого поступление	2500	Итого выделение	2500

Физиологическая роль, суточная потребность организма и источники поступления основных минеральных ионов и микроэлементов

Элементы	Физиологическая роль и суточная потребность	Источники
1	2	3
Натрий	Содержится преимущественно во внеклеточной жидкости и плазме крови. Играет роль в процессах возбуждения, создании величины осмотического давления жидкостей внутренней среды, распределении и выведении воды из организма; участвует в функции бикарбонатной буферной системы. Суточная потребность 130–155 ммоль	Поваренная соль, растительная и животная пища, жидкости, потребляемые при питье
Кальций	Выполняет функцию структурного компонента в тканях зубов и костей, где содержится до 99% общего количества кальция в организме. Вторичный посредник регуляции функций и метаболизма клеток. Необходим для осуществления процессов возбуждения клеток, синаптической передачи, свертывания крови, сокращения мышц. Суточная потребность 20–30 ммоль	Молоко и молочные продукты, овощи, зеленые пищевые приправы
Калий	Содержится преимущественно внутри клеток, а также в жидкостях внутренней среды. Необходим для обеспечения возбудимости клеток, проводимости в нервных волокнах, сократимости мышц. Суточная потребность 55–80 ммоль.	Овощи (картофель), мясо, сухофрукты (изюм), орехи

1	2	3
Хлор	Содержится во внеклеточной и внутриклеточной жидкостях внутренней среды. Играет роль в процессах возбуждения и торможения, в проведении нервных импульсов, синаптической передаче, образовании соляной кислоты желудочного сока. Суточная потребность 130–155 ммоль	Поваренная соль, растительная и животная пища, жидкости, потребляемые при питье
Фосфор	В виде фосфатного аниона содержание в клетках в 40 раз выше, чем во внеклеточной среде. До 80% содержится в костях и зубах в виде минеральных веществ. В составе фосфолипидов входит в структуру клеточных мембран, липопротеидов. Необходимый элемент макроэргических соединений и их производных, циклических нуклеотидов, коферментов, играющих важнейшую роль в метаболизме и регуляции физиологических функций. Суточная потребность 20–30 мкмоль	Молоко, рыба, мясо, яйца, орехи, злаки
Железо	Содержится в гемоглобине эритроцитов (до 66%), скелетных мышцах, печени, костном мозгу, селезенке. Входит в состав многих ферментов и коферментов. Суточная потребность 170–280 ммоль	Печень, мясо, рыба, яйца, сухофрукты, орехи
Йод	Необходимый компонент гормонов щитовидной железы, их предшественников и метаболитов. Суточная потребность 1–3 ммоль.	Морепродукты, рыбий жир, йодированная поваренная соль
Магний	Содержится в костной ткани (необходим для ее образования), скелетных мышцах и нервной системе. Входит в состав многих ферментов и коферментов. Необходим для осуществления функции клеточных мембран, сократимости миокарда и гладких мышц. Суточная потребность 10–15 ммоль	Мясо, молоко, злаки
Медь	Содержится в печени, селезенке, играет роль в процессах всасывания железа, синтезе гемоглобина, входит в состав ряда ферментов и пигментов. Суточная потребность 30–80 мкмоль	Яйца, печень, почки, рыба, шпинат, виноград

1	2	3
Фтор	Содержится в зубных тканях и необходим для их целостности. Входит в состав некоторых ферментов. Суточная потребность около 50 мкмоль. При пятикратной передозировке токсичен	Пищевые продукты, вода, фторированные зубные пасты и NaCl
Сера	Входит в состав аминокислот, белков (инсулин) и витаминов, биологически активных веществ, участвует в обезвреживании эндогенных токсинов в печени. Суточная потребность 30–40 ммоль	Мясо, печень, рыба, яйца
Цинк	Важный компонент ряда ферментов, гормонов. Необходим для процессов роста. Суточная потребность 30–40 ммоль	Мясо, бобы, крабы, яичный желток
Кобальт	Входит в состав витамина B ₁₂ , необходим для нормального эритропоэза. Содержится в печени, костной ткани. Суточная потребность точно не известна, предположительно 2–4 мкмоль	Печень