

Обмен веществ и энергии

Обмен белков

Функции белков

- 1) Структурная (более 50% сухого вещества клетки)
- 2) Энергетическая – «дорогой» энергетический материал, поэтому эта функция в условиях снижения количества УВ в крови
- 3) Транспортная (белки плазмы, гемоглобин)
- 4) Регуляторная (гормоны: гормон роста, инсулин и др.)
- 5) Сократительная (актин и миозин)
- 6) Гемостатическая (фибриноген и др. белки плазмы)
- 7) Ферментативная

Состав белков

- Белки, содержащие весь спектр аминокислот (10 заменимых и 10 незаменимых), называются **полноценными**. Это белки животного происхождения и некоторые белки растительного происхождения (бобовые)
- **Неполноценные белки** – белки, в составе которых отсутствует **одна или несколько незаменимых аминокислот** или их очень малое количество. Это растительные белки: зеин (кукурузный белок) – мало триптофана и лизина, глиадин (пшеничный белок) и гордеин (ячменный) – мало лизина и другие белки.

Азотистый баланс

Это соотношение между азотом, который **усвоился** организмом, и азотом, который **выделился** из него. Обратите внимание, что не весь белок, который мы принимаем с пищей, усваивается на 100%: белки животного происхождения усваиваются более чем на 90%, белки растительного происхождения усваиваются на 70-80%

Положительный азотистый баланс

наблюдается, когда **усвоение** азота превышает его **выделение** (синтез белка преобладает над его распадом)

- Период роста в детском возрасте
- Рост мышечной массы
- Беременность
- Выздоровление после тяжелых заболеваний

Отрицательный азотистый баланс

наблюдается, когда **выделение** азота превышает его **усвоение** (распад белка преобладает над его синтезом)

- Пожилой возраст
- Белковое голодание или употребление неполноценных белков
- Тяжелые заболевания (инфекционные, опухолевые процессы)
- Ожоги, заболевания почек

Коэффициент изнашивания Рубнера

это минимальное количество разрушаемого белка в организме человека при условии достаточного поступления УВ и жиров (в противном случае белки будут идти также на энергетические нужды и количество разрушаемого белка значительно возрастет). Количество выделяемого азота 0,028-0,075 г на кг веса. Следовательно, исходя из массы тела человека можно рассчитать минимальное количество белка, которое необходимо употреблять в сутки. Для этого необходимо 0,028-0,075 умножить на 6,25 (1г азота содержится в 6,25г белка) и на массу тела человека. Для гарантированного поступления достаточного количества белка необходимо полученное верхнее значение умножить на 2.

Регуляция обмена белка

- Соматотропный гормон – усиливает синтез белка во всех тканях
- Тестостерон – усиливает синтез белка в мышцах
- Тироксин – в целом, увеличивает синтез белка, но при недостатке УВ и жиров будет стимулировать распад белков
- Глюкокортикоиды – увеличивают распад белка в периферических тканях, но увеличивают синтез белков плазмы в печени и количество свободных аминокислот в крови (логичность этих изменений смотри в презентации «Гормоны»)

Обмен жиров

Жиры в организме человека представлены

- Триглицеридами
- Фосфолипидами
- Холестерином

Функции

- Структурная (фосфолипиды, холестерин)
- Энергетическая (триглицериды)
- Теплоизоляционная
- Механическая защита

Виды жиров по происхождению

- **Растительные жиры** – содержат ненасыщенные жирные кислоты, среди которых есть не синтезируемые в организме: линолевая, линоленовая и арахидоновая. В рационе растительные жиры должны составлять **не менее 30%** от общего количества поступающих жиров.
- **Животные жиры** – содержат насыщенные жирные кислоты.

Функции холестерина

- Стабилизирует клеточные мембраны
- Желчные кислоты
- Стероидные гормоны
- Провитамин D

Транспортные формы жиров

- Хиломикроны – транспортная форма жиров от кишечника к печени и жировой ткани. Состав: 9% ФЛ, 3% холестерина, около 1% апопротеина В, остальное количество на триглицериды приходится.
- Липопротеины – транспортная форма холестерина (Х), триглицеридов (ТГ) и фосфолипидов (ФЛ) от печени к тканям.

ЛПОНП (липопротеины очень низкой плотности) содержат много ТГ и умеренное количество Х и ФЛ, поэтому их функцией является транспорт ТГ от печени к жировой ткани.

ЛППП (липопротеины промежуточной плотности) – из которых часть ТГ извлечена, поэтому ФЛ и Х здесь больше

ЛПНП (липопротеины низкой плотности) образуются из ЛППП после извлечения всех ТГ при оставшейся очень высокой концентрации Х и умеренной концентрации ФЛ

ЛПВП (липопротеины высокой плотности) – концентрация белка около 50%, концентрация Х и ФЛ значительно меньшая

Регуляция обмена жиров

- Инсулин стимулирует синтез жиров
- Глюкокортикоиды стимулируют липолиз в одних участках (конечности), отложение жира в других (голова, верхняя часть туловища)
- Соматотропный гормон стимулирует распад жиров, направляя их на энергетические нужды
- Тироксин вызывает мобилизацию жиров
- Адреналин стимулирует липолиз

Обмен углеводов

- Функция – энергетическая

Углеводы (УВ) организма представлены глюкозой крови (3,3-5,5 ммоль/л или, в перерасчете на массу глюкозы, 0,6-1 г/л) и депо глюкозы - гликогеном печени (5-8% от массы печени) и гликогеном мышц (1-2% от массы мышц)

Глюкоза предпочтительнее для энергетических целей клеток организма по сравнению с жирами, поэтому **жиры начинают окисляться** в достаточной степени только после **исчерпывания запасов гликогена** в депо или **значительного их уменьшения**

Энергообеспечение головного мозга

- Глюкоза – главный источник энергии для головного мозга, поэтому снижение концентрации глюкозы ниже 3,3 ммоль/л сопровождается слабостью и быстрой утомляемостью, а ниже 2,2 ммоль/л – гипогликемической комой (судороги, бред, потеря сознания, холодный пот).

Регуляция обмена углеводов

- **Инсулин** стимулирует синтез УВ, снижая количество глюкозы крови (гипогликемический эффект)
- **Глюкагон** стимулирует мобилизацию гликогена, обеспечивая гипергликемический эффект
- **Адреналин** стимулирует мобилизацию гликогена, обеспечивая гипергликемический эффект
- **Глюкокортикоиды** обладают гипергликемическим эффектом за счет стимуляции глюконеогенеза в печени
- **Соматотропный гормон** увеличивает количество глюкозы крови за счет усиления процессов получения энергии из жиров («углеводсберегающий» эффект)
- **Тироксин и трийодтиронин** – гипергликемический эффект

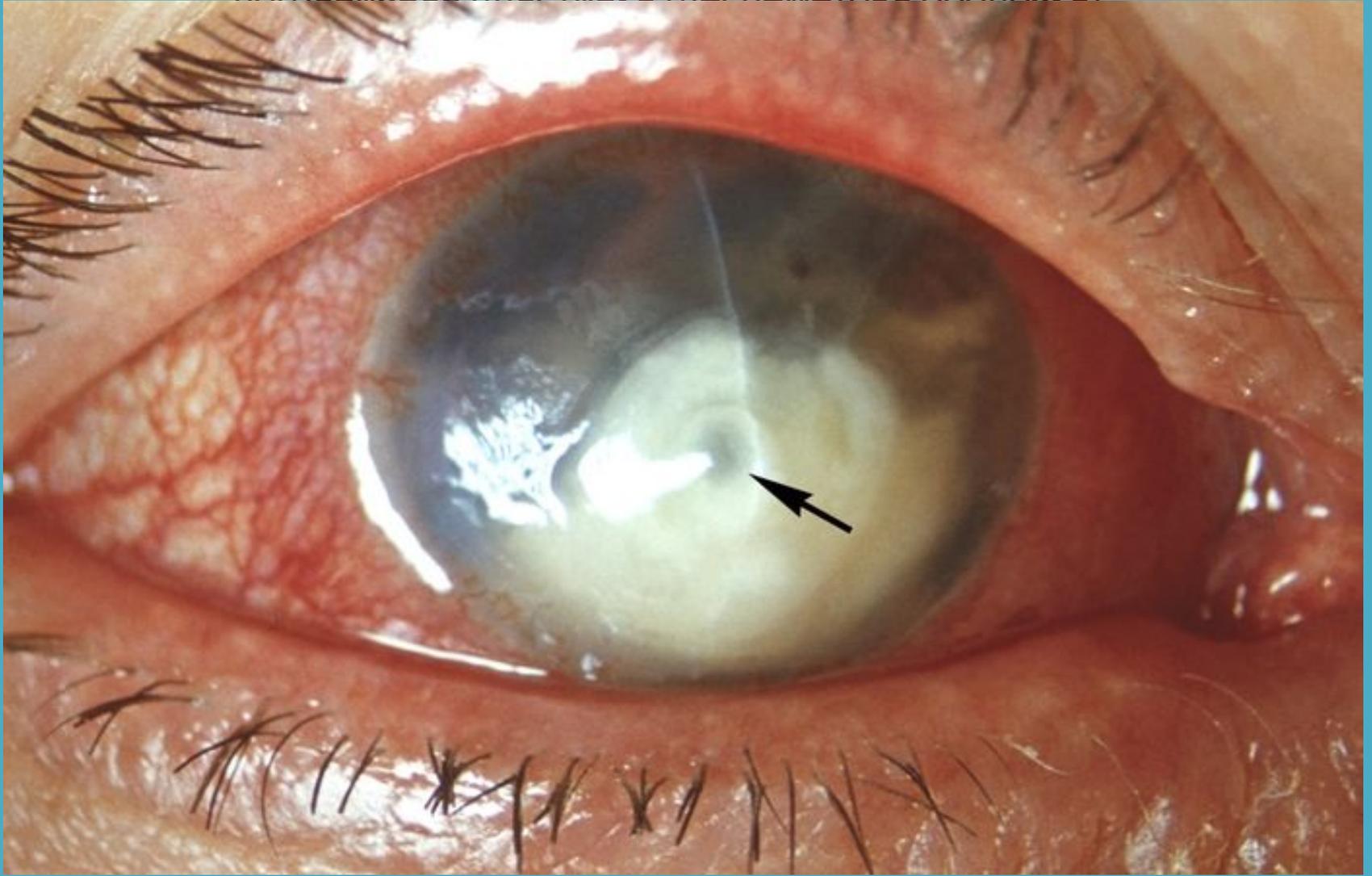
Потребность в белках, жирах и УВ в сутки

- Для гарантированного удовлетворения пластических и энергетических потребностей количество употребляемого белка должно составлять около 1,5 г на кг веса, а соотношение Б, Ж и УВ должно быть 1:1:4. Например, если человек весит 70 кг, то он должен употреблять 100г белков (из них не менее 30% животного происхождения), 100г жиров (из них не менее 30% растительного происхождения) и 400г жиров

Витамин А

- Образование пигментов сетчатки (предупреждает развитие ночной слепоты)
- Необходим для нормального роста большинства клеток, особенно для роста и пролиферации различных типов эпителиальных клеток (дефицит может сопровождаться шелушением кожи и иногда акне, прекращением роста, падением репродуктивной функции (связано с атрофией герминативного эпителия в яичках), кератозом роговицы)

и
нижнюю часть роговицы;
в центре зоны расплавления в виде пузырька (указан стрелкой) определяется за
дня
пограничная пластинка (деснеметова оболочка)



Витамин D

- Способствует всасыванию кальция в ЖКТ и регулирует размещение кальция в костях

Витамин K

- Синтез протромбина, VII, IX и X факторов свертывания крови. Вырабатывается микрофлорой, поэтому дефицит может возникнуть при дисбактериозе

Витамин С (аскорбиновая кислота)

- Активирует пролилгидроксилазу, которая обеспечивает образование гидроксипролина – компонента коллагена. Без витамина С коллагеновые волокна становятся слабыми и дефектными, поэтому аскорбиновая кислота является главным фактором, обеспечивающим прочность и рост волокон тканей подкожного слоя, костей, хрящей и зубов. В крайних случаях возникает цинга (20-30 недельный дефицит витамина С).
- Исходя из вышесказанного, при проблемах с суставами (в случае высокой механической нагрузки) можно попробовать курс витамина С в сочетании с желатином (строительный материал).

Обмен энергии

- Валовый энергообмен – суммарные траты энергии организма за сутки.

Суммарные энерготраты складываются из:

- Основного обмена
- Специфически динамического действия пищи
- Рабочей прибавки

Основной обмен

минимальные энерготраты бодрствующего организма, необходимые для его жизнедеятельности, измеренные в **стандартных условиях** (1.Отсутствие физической, эмоциональной нагрузки; 2.Натошак, через 12-16 ч после приема пищи; 3.При температуре 18-20)

Величина основного обмена зависит пола, возраста и веса. Для 20-40-летнего мужчины он равен приблизительно **1 ккал на 1 кг веса за 1 час**, для женщин на 10% меньше, т.е., **0,9 ккал.**

Специфическое динамическое действие пищи

увеличение энерготрат, вызванное приемом пищи

- Прием белковой пищи увеличивает величину основного обмена на 30%. Эффект сохраняется в течение нескольких часов, начинаясь через час и достигая максимума через 3 часа после приема пищи
- Углеводная и жирная пища увеличивают основной обмен на 4%
- Смешанная пища на 8%

Рабочая прибавка

энерготраты организма сверх основного обмена и специфического динамического действия пищи, направленные на выполнение различных процессов (учеба, занятия в зале, поездка в трамвае и т.д.)

- Выделяется 5 групп населения в зависимости от **коэффициента физической активности** (1,4; 1,6; 1,9; 2,2; 2,5)– отношение общих энерготрат к основному обмену

Методы определения

энерготрат

- Вся энергия питательных веществ, которая тратится на выполнение различной работы в организме, в конечном итоге превращается в тепло (кроме механической работы). Поэтому, измеряя количество выделившегося тепла, можно определить количество затраченной энергии – **прямая калориметрия**. Данные методы громоздки и сложны, поэтому предложены методы **непрямой калориметрии**, так как основой теплообразования являются окислительные процессы.

Методы непрямой калориметрии

- Метод Дугласа-Холдейна (открытый метод с полным газовым анализом) – учитывается количество потребленного O_2 и выделенного CO_2
- Метод Крога (закрытый метод с неполным газовым анализом) – учитывается количество потребленного O_2 , а значение дыхательного коэффициента берется усредненное - 0,85-0,89

Непрямая калориметрия

Учитывается количество потребленного O_2 и выделенного CO_2

При окислении разных веществ 1 л O_2 выделяется разное количество тепла:

УВ – 5,05 ккал, Ж – 4,69 ккал, Б – 4,60 ккал
(калорический эквивалент кислорода)

Поэтому необходимо знать, какое вещество окислилось. Для этого необходимо определить **дыхательный коэффициент** – отношение выделенного CO_2 к поглощенному O_2 , который при окислении УВ равен 1, белков – 0,8, Ж – 0,7

Итого, зная какие вещества окислялись (определяем по дыхательному коэффициенту), по количеству потребленного кислорода определяем количество выделенного тепла

Пример расчета

Человек за 10 мин потребил 2,5 л O_2 , количество выделенного CO_2 составило 2,5 л. Какое количество выделилось тепла за этот период?

Определяем дыхательный коэффициент:
 $2,5/2,5=1$, следовательно, окислялись УВ. Их калорический эквивалент равен 5,05 ккал/л.
Следовательно, количество выделенного тепла равно $2,5*5,05=12,625$ ккал

Исходя из этой таблицы, для того чтобы потратить 570 ккал (примерно калорийность 100 граммового Snickers'а) необходимо за час пробежать 8,5 км.

Расход энергии при различных видах физической активности у мужчины массой 70 кг¹

Форма активности	Ккал/ч
Сон	65
Пребывание в постели после пробуждения	77
В положении сидя (спокойном)	100
В положении стоя (спокойном)	105
Одевание и раздевание	118
Быстрое печатание текста	140
Медленная ходьба (4 км/ч)	200
Плотницкие работы, труд рабочего-металлиста, маляра	240
Пилка дров	480
Плавание	500
Бег (8,5 км/ч)	570
Быстрый подъем по лестнице	1100

¹ По данным M. S. Rose.