

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И МЕХАНИЗМЫ
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Понятия ассимиляции и диссимиляции, анаболизма и катаболизма

Клетки организма, дифференцированы для выполнения специфических биохимических и физиологических функций, взаимодействуют друг с другом, образуя ткани, которые в свою очередь структурно организованы в органы. Эффективное распределение функциональной активности такой структурной организации осуществляется при участии контролирующих систем, которые согласовывают и координируют работу различных тканей и органов. Эта интегральная (объединяющая) функция тесно связана с деятельностью нервной, эндокринной и сосудистой систем. В норме эти три системы взаимодействуют бесперебойно, дополняя одна другую.

Нервная система является центром переработки информации и принятия решений. Воспринимая импульсы от рецепторных систем, нервная система реагирует на изменения условий внешней среды обеспечивая соответствующие приспособительные реакции отдельных органов и систем к этим условиям.

- Биологически активные вещества эндокринной системы влияют на процессы роста, размножения и развития
- Сердечно-сосудистая, лимфатическая система и другие жидкие среды организма обеспечивают:
 1. транспорт кислорода, органических питательных веществ и минеральных веществ в клетки.
 2. перенос структурных компонентов, энергетических субстратов и БАВ от одних тканей (органов) к другим.
 3. выведение из организма токсинов и конечных продуктов обмена.

- Обмен веществ это единство двух взаимосвязанных процессов – ассимиляции и диссимиляции.
- Ассимиляция – переработка организмом питательных веществ пищи и превращение их в вещества самого организма.
- В процессе ассимиляции осуществляется образование живой материи, усвоение клетками веществ, которые поступают в организм из внешней среды, синтез более сложных химических веществ из простых. Конечный результат ассимиляционных процессов – формирование тканей и органов, рост и развитие организма, восстановление энергоресурсов, потраченных на процессы жизнедеятельности.

- Диссимиляция – распад органических веществ (белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот и др.) в организме на простые вещества. Наиболее простыми продуктами диссимиляции является вода, углекислый газ и аммиак.
- В процессе диссимиляции высвобождается энергия, которая превращается в тепло и энергию физиологических процессов. За счет накопленной в АТФ энергии осуществляются различные функции организма. Высвобождающаяся в процессе диссимиляции энергия используется для процессов восстановления.



Обмен веществ включает не только процессы взаимодействия с внешней средой, а и процессы взаимодействия обмена веществ в самом организме – метаболизм.

Анаболизм наиболее широкое понятие ассимиляции, катаболизм – наиболее широко рассматривает диссимиляцию.

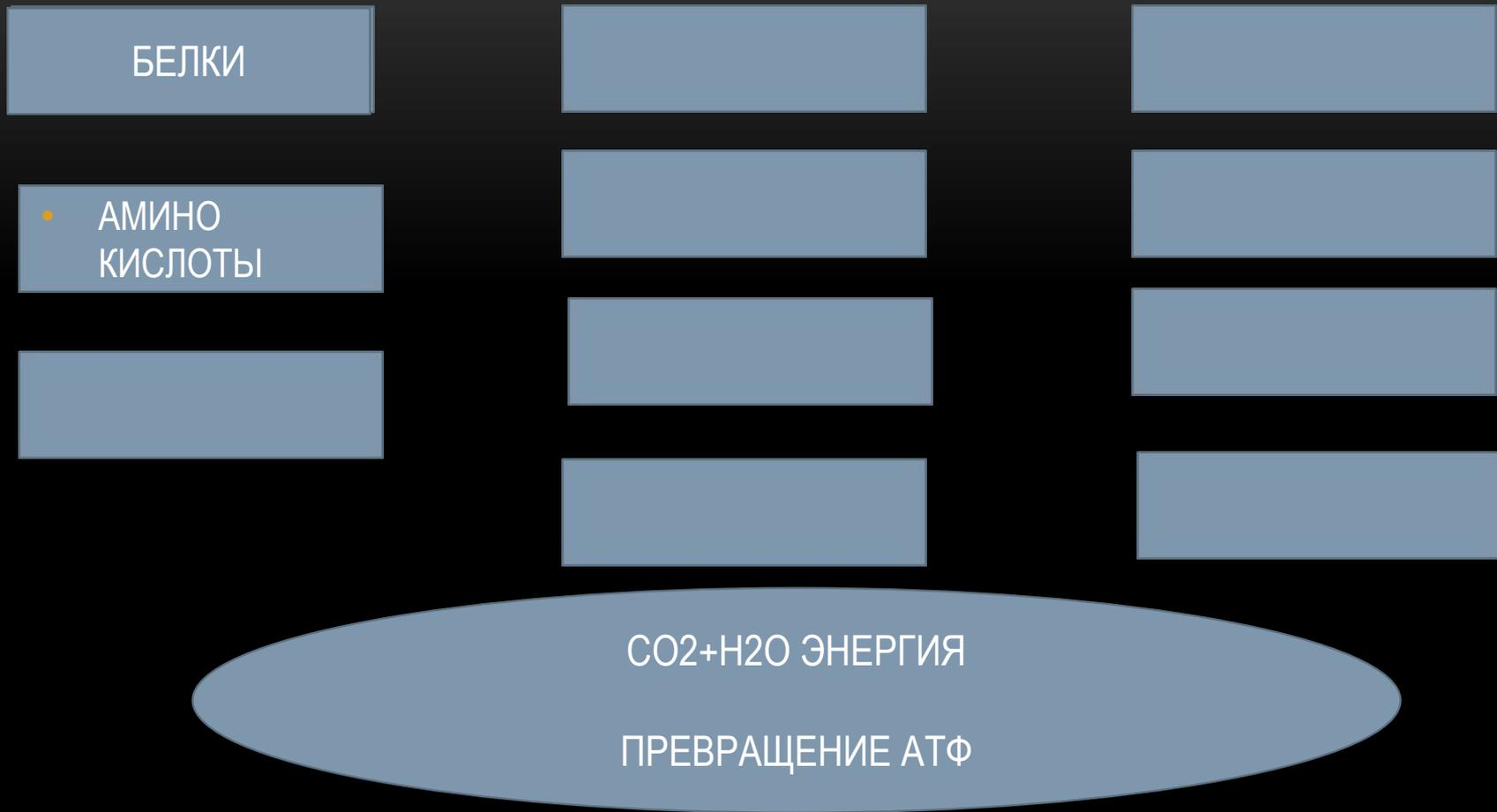
Ассимиляция и диссимиляция процессы взаимосвязанные и взаимообусловленные, но не всегда уравновешенные.

В молодом и зрелом возрасте наблюдается значительная интенсификация этих процессов при относительном преобладании процессов ассимиляции, а в старости наблюдается преобладание с возрастом процессов диссимиляции.

Значительное усиление процессов распада энергии при мышечной деятельности всегда сопровождается усилением процессов синтеза энергии в восстановительном периоде. Эта особенность обмена веществ лежит в основе роста физической работоспособности человека, повышения тренированности спортсменов.

- В обмене веществ участвуют белки, жиры, углеводы, неорганические вещества (соли), микроэлементы, ферменты, вода и витамины.
- Белки - пластический материал
- Жиры и углеводы – энерго-субстраты, незначительная часть входит в состав клеток и тканей.
- Ферменты (биологические катализаторы) – играют важную роль в обмене веществ и энергии обеспечивая протекание большинства химических реакций в организме

СХЕМА ПРЕВРАЩЕНИЙ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ



МЕХАНИЧЕСКАЯ РАБОТА	ХИМИЧЕСКАЯ РАБОТА	ОСМОТИЧЕСКАЯ РАБОТА	ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ РАБОТА
ТЕПЛО	ТЕПЛО	ТЕПЛО	ТЕПЛО
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	ОСНОВНОЙ ОБМЕН		

- Методы изучения обмена веществ

- 1. Ангиостомический метод – заключается в получении крови для анализа из больших кровеносных сосудов. Проводят сравнительный анализ крови из крупных сосудов и сосудов, которые питают исследуемый орган.
- 2. Балансовый метод позволяет по балансу азота (разница между азотом пищевых продуктов и азотом мочи) исследовать обмен белков.
- 3. Метод изолированных органов – при изучении обменных процессов на животных.
- 4. Метод меченых атомов. В вещество обмен которого изучается вводят атомы радиоактивных изотопов, что позволяет выявлять вещество и его изменения на разных этапах обмена, определять органы и ткани в которых осуществляется обмен.



ОБМЕН БЕЛКОВ

Белки занимают ведущее место среди органических элементов, на их долю приходится более 50% сухой массы клетки. Они выполняют ряд важнейших биологических функций:

1. Вся совокупность обмена веществ в организме (дыхание, пищеварение, выделение) обеспечивается деятельностью ферментов, которые являются белками.

2. Все двигательные функции организма обеспечиваются взаимодействием сократительных белков — актина и миозина.

3. Пластическое значение белка состоит в восполнении и новообразовании различных структурных компонентов клетки.

4* Энергетическое значение заключается в обеспечении организма энергией, образующейся при расщеплении белков.

В тканях постоянно протекают процессы распада белка с последующим выделением из организма неиспользованных продуктов белкового обмена и наряду с этим синтез белков.

Таким образом, белки организма не находятся в статическом состоянии, из-за непрерывного процесса их разрушения и образования происходит обновление белков. Скорость обновления белков неодинакова для различных тканей.

С наибольшей скоростью обновляются белки печени, слизистой оболочки кишечника, а также других внутренних органов и плазмы крови. Медленнее обновляются белки входящие в состав клеток мозга, сердца, половых желез и еще медленнее — белки мышц, кожи и особенно опорных тканей (сухожилий, костей и хрящей).

Физиологическое значение аминокислотного состава пищевых белков и их биологическая ценность

Белки состоят из аминокислот, поэтому для нормального обмена белков, необходимо поступление с пищей в организм различных аминокислот.

Из 20 аминокислот, входящих в состав белков, 12 синтезируются в организме (заменимые аминокислоты), а 8 не синтезируются (незаменимые аминокислоты). Без незаменимых аминокислот синтез белка резко нарушается и наступает отрицательный баланс азота, останавливается рост, падает масса тела.

Для людей незаменимыми аминокислотами являются лейцин, изолейцин, валин, метионин, лизин, треонин, фенилаланин, триптофан.

Белки обладают различным аминокислотным составом. В связи с этим было введено понятие **биологической ценности белков пищи**.

Белки, содержащие весь набор незаменимых аминокислот являются биологически полноценными.

Белки, не содержащие тех или иных аминокислот или содержащие их в очень малых количествах, будут неполноценными.

Наиболее высока биологическая ценность белков мяса, яиц, рыбы, икры, молока. В связи с этим пища человека должна не просто содержать достаточное количество белка, но обязательно иметь в своем составе не менее 30% белков с высокой биологической ценностью, т. е. животного происхождения.

Биологическая ценность одного и того же белка для разных людей различна. Вероятно, она не является какой-то определенной величиной, а может изменяться в зависимости от состояния организма, предварительного пищевого режима, интенсивности и характера физиологической деятельности, возраста, индивидуальных особенностей обмена веществ и других факторов. Практически важно, чтобы два неполноценных белка, один из которых не содержит одних аминокислот, а другой — других, в сумме могли обеспечить потребности организма.

- **Азотистый баланс**

Азотистый баланс — соотношение количества азота, поступившего в организм с пищей и выделенного из него. Так как основным источником азота в организме является белок, то по азотистому балансу можно судить о соотношении количества поступившего и разрушенного в организме белка. Количество принятого с пищей азота отличается от количества усвоенного азота, так как часть азота теряется с калом.

Усвоение азота вычисляют по разности содержания азота в принятой пище и в кале. Зная количество усвоенного азота, легко вычислить общее количество усвоенного организмом белка, так как 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 (Белковый коэффициент), можно определить количество белка. Для того чтобы установить количество разрушенного белка, необходимо знать общее количество азота, выведенного из организма. Азотсодержащие продукты белкового обмена (мочевина, мочевая кислота, креатинин и др.) выделяются преимущественно с мочой и частично с потом. В условиях обычного, неинтенсивного потоотделения на количество азота в поте можно не обращать внимания. Поэтому для определения количества распавшегося в организме белка обычно находят количество азота в моче и умножают на 6,25. Между количеством азота, введенного с белками пищи, и количеством азота, выводимым из организма, существует определенная взаимосвязь.

Увеличение поступления белка в организм приводит к увеличению выделения азота из организма. У взрослого человека при адекватном питании, как правило, количество введенного в организм азота равно количеству азота, выведенного из организма. Это состояние получило название азотистого равновесия. Если в условиях азотистого равновесия повысить количество белка в пище, то азотистое равновесие вскоре восстанавливается, но уже на новом, более высоком уровне. Таким образом, азотистое равновесие может устанавливаться при значительных колебаниях содержания белка в пище. В случаях, когда поступление азота превышает его выделение, говорят о положительном азотистом балансе: При этом синтез белка преобладает над его распадом. Устойчивый положительный азотистый баланс наблюдается всегда при увеличении массы тела. Он отмечается в период роста организма, во время беременности, в периоде выздоровления после тяжелых заболеваний, а также при усиленных спортивных тренировках, сопровождающихся увеличением массы мышц. В этих условиях происходит задержка азота в организме (ретенция азота).

Белки в организме не депонируются, т. е. не откладываются в запас. Поэтому при поступлении с пищей значительного количества белка (АК), только часть АК расходуется на пластические цели (синтез собственных белков), большая же часть — на энергетические цели. Когда количество выведенного из организма азота превышает количество поступившего азота, говорят об отрицательном азотистом балансе. Отрицательный азотистый баланс отмечается при белковом голодании, а также в случаях, когда в организм не поступают отдельные необходимые для синтеза белков аминокислоты.

Распад белка в организме протекает непрерывно. Степень распада белка связана с характером питания. Минимальные затраты белка в условиях белкового голодания наблюдаются при питании углеводами. Углеводы при этом выполняют сберегающую белки роль.

Распад белков в организме, происходящий при отсутствии белков в пище и достаточном введении всех других питательных веществ (углеводы, жиры, минеральные соли, вода, витамины), отражает те минимальные траты, которые связаны с основными процессами жизнедеятельности.

Эти наименьшие потери белка для организма в состоянии покоя, пересчитанные на 1 кг массы тела, были названы Рубнером коэффициентом изнашивания.

Коэффициент изнашивания для взрослого человека равен 0,028—0,075 г азота на 1 кг массы тела в сутки.

Отрицательный азотистый баланс развивается при полном отсутствии или недостаточном количестве белка в пище, а также при потреблении пищи, содержащей неполноценные белки. Не исключена возможность дефицита белка при нормальном поступлении, но при значительном увеличении потребности в нем организма. Во всех этих случаях имеет место белковое голодание.

При белковом голодании даже в случаях достаточного поступления в организм жиров, углеводов, минеральных солей, воды и витаминов происходит постепенно нарастающая потеря массы тела, зависящая от того, что затраты тканевых белков (минимальные в этих условиях и равные коэффициенту изнашивания) не компенсируются поступлением белков с пищей. Поэтому длительное белковое голодание в конечном счете, так же как и полное голодание, неизбежно приводит к смерти. Особенно тяжело переносят белковое голодание растущие организмы, у которых в этом случае происходит не только потеря массы тела, но и остановка роста, обусловленная недостатком пластического материала, необходимого для построения клеточных структур.

Белковый минимум – 60 г белка, средняя норма – 100-130г белка.

- Регуляция обмена белков

Нейроэндокринная регуляция обмена белков осуществляется группой гормонов. Соматотропный гормон гипофиза во время роста организма стимулирует увеличение массы всех органов и тканей. У взрослого человека он обеспечивает процесс синтеза белка за счет повышения проницаемости клеточных мембран для аминокислот, усиления синтеза информационной РНК в ядре клетки и подавления синтеза катепсинов — внутриклеточных протеолитических ферментов.

Существенное влияние на белковый обмен оказывают гормоны щитовидной железы — тироксин и трийодтиронин. Они могут в определенных концентрациях стимулировать синтез белка и благодаря этому активировать рост, развитие и дифференциацию тканей и органов. Гормоны коры надпочечников — глюкокортикоиды (гидрокортизон, кортикостерон) усиливают распад белков в тканях, особенно в мышечной и лимфоидной. В печени же глюкокортикоиды, наоборот, стимулируют синтез белка.

ОБМЕН ЖИРОВ

Жиры и липоиды (жироподобные вещества — фосфатиды, стерины, цереброзиды и др.) объединены в одну группу по физико-химическим свойствам: они не растворяются в воде, но растворяются в органических растворителях (эфир, спирт, бензол и др.). Эта группа веществ важна для пластического и энергетического обмена.

Пластическая роль липидов состоит в том, что они входят в состав клеточных мембран и в значительной мере определяют их свойства. Велика энергетическая роль жиров. Их теплотворная способность более чем в два раза превышает таковую у углеводов или белков. Жиры организма животных являются триглицеридами олеиновой, пальмитиновой, стеариновой, а также некоторых других высших жирных кислот.

Большая часть жиров в организме находится в жировой ткани, меньшая часть входит в состав клеточных структур. Жир, находящийся в клетке в виде включений, легко выявляется при микроскопическом и микрохимическом исследованиях. Жировые капельки в клетках — это запасный жир, используемый для энергетических потребностей. Больше всего запасного жира содержится в жировой ткани, которой особенно много в подкожной клетчатке, вокруг некоторых внутренних органов, например почек (в околопочечной клетчатке), а также в некоторых органах, например в печени и мышцах. Общее количество жира в организме человека колеблется в широких пределах и в среднем составляет 10—20% массы тела, а в случае патологического ожирения может достигать даже 50%. Количество запасного жира зависит от характера питания, количества пищи, конституциональных особенностей, а также от величины расхода энергии при мышечной деятельности, пола, возраста и т. д.; количество же протоплазматического жира является устойчивым и постоянным.

Образование и распад жиров в организме.

Жир из кишечника, поступает преимущественно в лимфу и в меньших количествах непосредственно в кровь, а также непосредственно в жировую ткань, которая имеет значение жирового депо организма. Из жировой ткани жиры могут переходить в кровь, транспортироваться в ткани, где и окисляются, т. е. используются как энергетический материал. Большое значение в обмене жиров имеет печень.

Жиры разных животных, как и жиры различных органов, отличаются по химическому составу и физико-химическим свойствам (имеются различия точек плавления, консистенции, омыляемости, йодного числа и др.). У животных определенного вида имеется относительное постоянство состава и свойств жира. Однако видовая специфичность жиров выражена несравнимо меньше, чем видовая специфичность белков.

От типа и особенностей питания (от количества жира и его качества) зависит состав жировой ткани и качество депонированного в организме жира. При длительном и обильном питании каким-либо одним видом жира может измениться состав жира, откладывающегося в организме.

Аналогично влияние пищевого жира и на свойства жира человека. Имеются наблюдения, что у полинезийцев, употребляющих в большом количестве кокосовое масло, жир подкожного слоя может приближаться к свойствам масла кокосовых орехов, а у людей, питающихся тюленьим мясом,— к свойствам тюленьего жира.

При обильном углеводном питании и отсутствии жиров в пище синтез жира в организме может происходить из углеводов. Некоторые ненасыщенные жирные кислоты (с числом двойных связей более одной), например линолевая, линоленовая и арахидоновая, в организме человека и некоторых животных не образуются из других жирных кислот, т. е. являются незаменимыми. Вместе с тем они необходимы для нормальной жизнедеятельности. Это обстоятельство, а также то, что только с жирами усваиваются некоторые растворимые в них витамины, является причиной тяжелых патологических нарушений, которые могут наступить при длительном (многомесячном) исключении жиров из пищи.

Регуляция обмена жиров

Процесс жиरोобразования, его отложения и мобилизации регулируется нервной и эндокринной системами, а также тканевыми механизмами и тесно связаны с углеводным обменом. Так, повышение концентрации глюкозы в крови уменьшает распад триглицеридов и активизирует их синтез. Понижение концентрации глюкозы в крови, наоборот, тормозит синтез триглицеридов и усиливает их расщепление. Таким образом, взаимосвязь жирового и углеводного обменов направлена на обеспечение энергетических потребностей организма.

При избытке углеводов в пище триглицериды депонируются в жировой ткани, при нехватке углеводов происходит расщепление триглицеридов, служащих источником энергии.

Ряд гормонов оказывает выраженное влияние на жировой обмен. Выраженным жиромобилизирующим действием обладают гормоны мозгового слоя надпочечников — адреналин и норадреналин. Поэтому длительная адреналинемия сопровождается уменьшением жирового депо..

Соматотропный гормон гипофиза также обладает жиромобилизующим действием. Аналогично действует тироксин — гормон щитовидной железы. Поэтому гиперфункция щитовидной железы сопровождается похуданием.

Тормозят мобилизацию жира глюкокортикоиды — гормоны коры надпочечника, вероятно, вследствие того, что они несколько повышают уровень глюкозы в крови. Аналогично действует инсулин — гормон поджелудочной железы. Имеются данные; свидетельствующие о возможности прямых нервных влияний на обмен жиров.

Симпатические влияния тормозят синтез триглицеридов и усиливают их распад. Парасимпатические влияния, наоборот, способствуют отложению жира. Нервные влияния на жировой обмен контролируются гипоталамусом. При разрушении вентромедиальных ядер гипоталамуса развивается длительное повышение аппетита и усиленное отложение жира. Раздражение вентромедиальных ядер, напротив, ведет к потере аппетита и исхуданию.

Обмен фосфатидов и стерина.

Пищевые продукты, богатые жирами, обычно содержат некоторое количество липоидов — фосфатидов и стерина. Физиологическое значение этих веществ очень велико. Они входят в состав клеточных структур, в частности клеточных мембран, а также ядерного вещества и цитоплазмы. Фосфатидами особенно богата нервная ткань. Фосфатиды синтезируются в стенке кишечника и в печени (в крови печеночной вены обнаружено увеличенное количество фосфатидов). Печень является депо некоторых фосфатидов (лецитина), особенно велико содержание их в печени после приема пищи, богатой жирами. Исключительно важное физиологическое значение имеют стерины, в частности холестерин. Это вещество входит в состав клеточных мембран; оно является источником образования желчных кислот, а также гормонов коры надпочечников и половых желез. Холестерину придается большое значение в возникновении и развитии ряда заболеваний, в частности атеросклероза. Некоторые стерины пищи, например витамин D, обладают большой физиологической активностью.

ОБМЕН УГЛЕВОДОВ

Основная роль углеводов определяется их энергетической функцией. Глюкоза крови является непосредственным источником энергии в организме. Быстрота ее распада и окисления, а также возможность быстрого извлечения из депо обеспечивают экстренную мобилизацию энергетических ресурсов при стремительно нарастающих затратах энергии в случаях эмоционального возбуждения, при интенсивных мышечных нагрузках и др.

Уровень глюкозы в крови 4,4—6,7 ммоль/л (80—120 мг%) является важнейшей гомеостатической константой организма. Особенно чувствительной к понижению уровня сахара в крови (гипогликемия) является ЦНС. Уже незначительная гипогликемия проявляется общей слабостью и быстрой утомляемостью. При снижении уровня сахара в крови до 2,8—2,2 ммоль/л (50—40 мг%) наступают судороги, бред, потеря сознания, а также вегетативные реакции: усиленное потоотделение, изменение просвета кожных сосудов и др.

Изменения углеводов в организме

Глюкоза, поступающая в кровь из кишечника, транспортируется в печень, где из нее синтезируется гликоген. При перфузии изолированной печени раствором, содержащим глюкозу, количество гликогена в ткани печени увеличивается. Гликоген печени представляет собой резервный, т. е. отложенный в запас, углевод. Количество его может достигать у взрослого человека 150—200 г. Образование гликогена при относительно медленном поступлении сахара в кровь происходит достаточно быстро, поэтому после введения небольшого количества углеводов повышения содержания глюкозы в крови (гипергликемия) не наблюдается. Если же в пищеварительный тракт поступает большое количество легко расщепляющихся и быстро всасывающихся углеводов, содержание глюкозы в крови быстро увеличивается. Развивающуюся при этом гипергликемию называют алиментарной, иначе говоря — пищевой. Ее, результатом является глюкозурия, т. е. выделение глюкозы с мочой, которое наступает в том случае, если уровень его в крови повышается до 8,9—10,0 ммоль/л (160—180 мг%). При полном отсутствии углеводов в пище они образуются в организме из продуктов распада жиров и белков. По мере убыли глюкозы в крови происходит расщепление гликогена в печени и поступление глюкозы в кровь (мобилизация гликогена). Благодаря этому сохраняется относительное постоянство содержания глюкозы в крови.

Гликоген откладывается также в мышцах, где его содержится около 1—2%. Количество гликогена в мышцах увеличивается при обильном питании и уменьшается во время голодания. При работе мышц под влиянием фермента фосфоорилазы, которая активируется в начале мышечного сокращения, происходит усиленное расщепление гликогена. Захват глюкозы разными органами из притекающей крови неодинаков: мозг задерживает 12% глюкозы, кишечник — 9%, мышцы — 7%, почки — 5%. Распад углеводов в организме животных происходит как бескислородным путем до молочной кислоты (анаэробный гликолиз), так и путем окисления продуктов распада углеводов до CO_2 и H_2O .

Регуляция обмена углеводов.

Основным параметром регулирования углеводного обмена является поддержание уровня глюкозы в крови в пределах 4,4—6,7 ммоль/л. Изменения в содержании глюкозы в крови воспринимаются глюкорцепторами, сосредоточенными в основном в печени и сосудах, а также клетками вентромедиального отдела гипоталамуса. Показано участие ряда отделов ЦНС в регуляции углеводного обмена. Клод Бернар еще в 1849 г. показал, что укол продолговатого мозга в области дна IV желудочка (так называемый сахарный укол) вызывает увеличение содержания сахара в крови. При раздражении гипоталамуса можно получить такую же гипергликемию, как и при уколе в дно IV желудочка. Роль коры головного мозга в регуляции уровня глюкозы крови иллюстрирует развитие гипергликемии у студентов во время экзамена, у спортсменов перед ответственными соревнованиями, а также при гипнотическом внушении.

Центральным звеном регуляции углеводного и других видов обмена и местом формирования сигналов, управляющих уровнем глюкозы, является гипоталамус. Отсюда регулирующие влияния реализуются вегетативными нервами и гуморальным путем, включающим эндокринные железы. Выраженным влиянием на углеводный обмен обладает инсулин — гормон, вырабатываемый β -клетками островковой ткани поджелудочной железы. При введении инсулина уровень глюкозы в крови снижается. Это происходит за счет усиления инсулином синтеза гликогена в печени и мышцах и повышения потребления глюкозы тканями организма. Инсулин является единственным гормоном, понижающим уровень глюкозы в крови. Поэтому при уменьшении секреции этого гормона развивается стойкая гипергликемия и последующая глюкозурия (сахарный диабет или сахарное мочеизнурение).

- Увеличение же уровня сахара в крови возникает при действии нескольких гормонов.
- Это глюкагон, продуцируемый α -клетками островковой ткани поджелудочной железы;
- адреналин — гормон мозгового слоя надпочечников;
- глюкокортикоиды — гормоны коркового слоя надпочечника;
- соматотропный гормон гипофиза;
- тироксин и трийодтиронин — гормоны щитовидной железы.

ОБМЕН МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ И ВОДЫ

Вода у взрослого человека составляет 60% веса тела, а у новорожденного—75%. Она является средой, в которой осуществляются процессы обмена веществ в клетках, органах и тканях. Непрерывное поступление воды в организм является одним из основных условий поддержания жизнедеятельности. Основная масса (около 71%) всей воды в организме входит в состав протоплазмы клеток, составляя т. н. внутриклеточную воду. Внеклеточная вода входит в состав тканевой или интерстициальной жидкости (около 21%) и воды плазмы крови (около 8%). Баланс воды складывается из ее потребления и выделения. С пищей человек получает в сутки около 750 мл. воды, в виде напитков и чистой воды — около 630 мл. Около 320 мл. воды образуется в процессе метаболизма при окислении белков, углеводов и жиров. При испарении с поверхности кожи и альвеол легких в сутки выделяется около 800 мл. воды. Столько же необходимо для растворения экскретируемых почкой осмотически активных веществ при максимальной осмолярности мочи.

100 мл. содержится в фекалиях. Следовательно, минимальная суточная потребность составляет около 1 700 мл. воды. Поступление воды регулируется ее потребностью, проявляющейся чувством жажды. Это чувство возникает при возбуждении питьевого центра гипоталамуса. Организм нуждается в постоянном поступлении не только воды, но и минеральных солей. Данные о содержании и функции минеральных веществ в организме, а также о потребности в них подробно излагаются в курсе биохимии. Баланс воды и минеральных солей регулируется путем выделения этих веществ в соответствии с их приходом и содержанием в организме. Выделение осуществляется почками, кожей, кишечником, легкими.

ВИТАМИНЫ

Витамины не характеризуются общностью химической природы и не имеют существенного пластического и энергетического значения. Они находятся в пищевых продуктах в незначительных количествах, но оказывают выраженное влияние на физиологическое состояние организма, часто являясь компонентом молекулы фермента. Источниками витаминов для человека являются пищевые продукты растительного и животного происхождения, в них они находятся или в готовом виде, или в форме провитаминов, из которых в организме образуются витамины. Некоторые витамины синтезируются микробной флорой кишечника. При отсутствии какого-либо витамина или его предшественника возникает болезненное состояние, получившее название авитаминоз, в менее выраженной форме оно имеет место при недостатке витамина — гиповитаминозе. Отсутствие или недостаток каждого отдельного витамина вызывает свойственное лишь для него заболевание.

Авитаминозы и гиповитаминозы могут возникать не только при отсутствии витаминов в пище, но и при нарушении их всасывания при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Состояние гиповитаминоза может возникнуть и при обычном поступлении витаминов с пищей, но при возросшем их потреблении (во время беременности, интенсивного роста), а также при подавлении антибиотиками микрофлоры кишечника. Витамины обозначают заглавными буквами латинского алфавита, а также по химическому строению или функциональному эффекту. По растворимости все витамины делятся на две группы: водорастворимые (витамины группы В, витамин С и витамин Р) и жирорастворимые (витамины А, D, Е и К). Структура и механизмы действия витаминов детально излагаются в курсе биохимии.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭНЕРГИИ И ОБЩИЙ ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

В процессе обмена веществ постоянно происходит превращение энергии: потенциальная энергия сложных органических соединений, поступивших с пищей, превращается в тепловую, механическую и электрическую. Энергия расходуется не только на поддержание температуры тела и выполнение работы, но и на воссоздание структурных элементов клеток, обеспечение их жизнедеятельности, роста и развития организма. Преобладающим результатом энергетических процессов в организме является теплообразование, поэтому вся энергия, образовавшаяся в организме, может быть выражена в единицах тепла — калориях или джоулях. Для определения энергообразования в организме используются прямая калориметрия, непрямая калориметрия и исследование валового обмена.

1. Прямая калориметрия основана на непосредственном учете в биокалориметрах количества тепла, выделенного организмом.

Биокалориметр представляет собой герметизированную и хорошо теплоизолированную от внешней среды камеру. В камере по трубкам циркулирует вода. Тепло, выделяемое находящимся в камере человеком или животным, нагревает циркулирующую воду. По количеству протекающей воды и изменению ее температуры рассчитывают количество выделенного организмом тепла. Одновременно в биокалориметр подается кислород и поглощаются избыток углекислоты и водяных паров.

2. Непрямая калориметрия. Методы прямой калориметрии очень громоздки и сложны. Но так как в основе теплообразования в организме лежат окислительные процессы, при которых потребляется кислород и образуется углекислый газ, то это создает возможность косвенного непрямого определения теплообразования в организме по его газообмену — учету количества потребленного кислорода и выделенного углекислого газа с последующим расчетом теплопродукции организма.

Для длительных исследований газообмена используют специальные респираторные камеры (закрытые способы непрямой калориметрии). Кратковременное определение газообмена в условиях лечебных учреждений и производства проводят более простыми некамерными методами (открытые способы калориметрии).

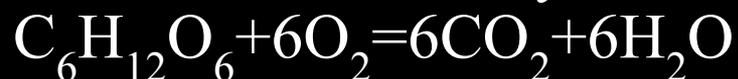
Наиболее распространен способ Дугласа — Холдейна, при котором в течение 10—15 мин собирают выдыхаемый воздух в мешок из воздухонепроницаемой ткани (мешок Дугласа), укрепляемый на спине обследуемого. Он дышит через загубник, взятый в рот, или резиновую маску, надетую на лицо. В загубнике и маске имеются клапаны, устроенные так, что обследуемый свободно вдыхает атмосферный воздух, а выдыхает воздух в мешок Дугласа. Когда мешок наполнен, измеряют объем выдохнутого воздуха, в котором определяют количество кислорода и углекислого газа.

Кислород, поглощаемый организмом, используется для окисления белков, жиров и углеводов. Окислительный распад 1 г каждого из этих веществ требует неодинаковых количеств кислорода и сопровождается освобождением различных количеств тепла. При потреблении организмом 1 л кислорода освобождается разное количество тепла в зависимости от того, на окисление каких веществ кислород используется. Количество тепла, освобождающегося после потребления организмом 1 л кислорода, носит название калорического эквивалента кислорода. Зная общее количество кислорода, использованное организмом, можно вычислить энергетические затраты только в том случае, если известно, какие вещества — белки, жиры или углеводы окислялись в теле. Показателем этого может служить дыхательный коэффициент.

Дыхательный коэффициент и его значение в исследовании обмена веществ.

Дыхательным коэффициентом называется отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода.

Дыхательный коэффициент различен при окислении белков, жиров и углеводов. Рассмотрим для примера, каков будет дыхательный коэффициент при использовании организмом глюкозы. Общий итог окисления молекулы глюкозы можно выразить формулой:



При окислении глюкозы количество молекул образовавшегося углекислого газа и количество молекул затраченного (поглощенного) кислорода равны. Равное количество молекул газа при одной и той же температуре и одном и том же давлении занимает один и тот же объем (закон Авогадро — Жерара). Следовательно, дыхательный коэффициент (отношение CO_2/O_2) при окислении глюкозы и других углеводов равен единице. При окислении жиров и белков дыхательный коэффициент будет ниже единицы. При окислении жиров дыхательный коэффициент равен 0,7.

Пример: окисление трипальмитина:



Аналогичный расчет можно сделать и для белка; при его окислении в организме дыхательный коэффициент равен 0,8.

При смешанной пище у человека дыхательный коэффициент обычно равен 0,85—0,9. Определенному дыхательному коэффициенту соответствует определенный калорический эквивалент кислорода.

Определение энергетического обмена у человека в покое методом закрытой системы с неполным газовым анализом.

Относительное постоянство дыхательного коэффициента (0,85—0,90) у людей при обычном питании в условиях покоя позволяет производить достаточно точное определение энергетического обмена у человека в покое, вычисляя только количество потребленного кислорода и беря его калорический эквивалент при усредненном дыхательном коэффициенте.

Количество потребленного организмом кислорода исследуется при помощи различного типа спирографов. Определив количество поглощенного кислорода и приняв усредненный дыхательный коэффициент равным 0,85, можно рассчитать энергообразование в организме;

калорический эквивалент 1 л кислорода при данном дыхательном коэффициенте равен 20,356 кДж, т.е. 4,862 ккал. Способ неполного газоанализа, благодаря своей простоте, получил широкое распространение.

Дыхательный коэффициент во время работы.

Во время интенсивной мышечной работы дыхательный коэффициент повышается и в большинстве случаев приближается к единице. Это объясняется тем, что главным источником энергии во время напряженной деятельности является окисление углеводов. После завершения работы дыхательный коэффициент в течение нескольких первых минут так называемого периода восстановления резко повышается и может превысить единицу.

В дальнейшем дыхательный коэффициент резко снижается до величин меньших, чем исходные, и только спустя 30—50 мин после напряженной работы он обычно нормализуется. Изменения дыхательного коэффициента после окончания работы не отражают истинного отношения между используемым в данный момент кислородом и выделенной углекислотой. Дыхательный коэффициент в начале восстановительного периода повышается по следующей причине: в мышцах во время работы накапливается молочная кислота, на окисление которой во время работы не хватало кислорода (это так называемый кислородный долг). Молочная кислота поступает в кровь и вытесняет углекислоту из бикарбонатов, присоединяя основания. Благодаря этому количество выделенного углекислого газа больше количества углекислого газа, образовавшегося в данный момент в тканях. Обратная картина наблюдается в дальнейшем, когда молочная кислота постепенно исчезает из крови.

Часть ее окисляется, часть ресинтезируется в гликоген, а часть выделяется с мочой и потом. По мере убыли молочной кислоты освобождаются основания, которые до того были отняты у бикарбонатов. Эти основания вновь связывают углекислоту и образуют бикарбонаты. Поэтому через некоторое время после работы дыхательный коэффициент резко падает вследствие задержки в крови углекислоты, поступающей из тканей.