**Гормональная регуляция обмена углеводов при мышечной деятельности**

**ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА**

Существуют две внутрь выделяющие специализированные структуры: а - железы внутренней секреции, б - одиночные эндокринные клетки.

А. Железы внутренней секреции: центральные, периферические.

К центральным относятся гипофиз, эпифиз, нейросекреторные ядра гипоталамуса.

К периферическим относятся все остальные:

1. Аденогипофизозависимые - щитовидная железа, кора надпочечников, половые железы,
2. Аденогипофизонезависимые - паращитовидные железы, островковый аппарат поджелудочной железы, одиночные эндокринные клетки.

Есть истинные железы и железы смешанной функции (например, поджелудочная железа одновременно является железной внешней и внутренней секреции, половые железы, плацента и др.)

Б. Одиночные эндокринные клетки могут быть в различных органах (в эндокринных и неэндокринных). Эти железы обладают повышенной функциональной активностью, называются APUD - системой. Клетки этой системы поглощают и декарбоксилируют предшественников аминокислот и вырабатывают нейроамины (некоторые авторы считают их нейротрансмиттерами). Эти клетки бывают различного происхождения:

* Неврального происхождения - развиваются из нервного гребешка (в гипоталамусе, гипофизе, надпочечники (мозговое вещество), щитовидные железы, околощитовидные железы.
* Неневрального происхождения - развиваются из источника, где находятся (ГЭП - система в желудке, кишечнике, поджелудочной железе, в почках, в сердце, клетки яичников и семенников.

Биологические активные вещества вырабатываемые клетками оказывают местные и дистантные действия. Регулируются эти действия вегетативной нервной системой.

Все железы вырабатывают гормоны (“приводящие в движение”). Гормоны - биологические активные вещества, обладающие строго специфическим и избирательным действием, способные повышать или понижать уровень жизнедеятельности организма.

Стероидные гормоны - производятся из холестерина в коре надпочечников, в половых железах.

Полипептидные гормоны - белковые гормоны (инсулин, пролактин, АКТГ и др.)

Гормоны производные аминокислот - адреналин, норадреналин, дофамин, и др.

Гормоны производные жирных кислот - простогландины.

По физиологическому действию гормоны подразделяются на:

* Пусковые (гормоны гипофиза, эпифиза, гипоталамуса). Воздействуют на другие железы внутренней секреции
* Исполнители - воздействуют на отдельные процессы в тканях и органах

Орган реагирующий на данный гормон является органом-мишенью (эффектор). Клетки этого органа снабжены рецепторами. Механизм действия гормонов различен, скорость выделения гормонов меняется в течение суток, так как существует суточный ритм выделения гормонов.

Способы доставки и эффективность действия гормонов различны:

1. Гуморальный путь - по гемокапиллярами, таким путем осуществляется дистантный эффект.
2. Может идти выделение гормонов в окружающую тканевую жидкость, при этом осуществляется местный паракринный эффект.
3. Нейрогормональный путь предполагает накопление гормона в нервных клетках и транспортировку их по аксонам через аксобазальные синапсы.

Регуляция поступления гормона в крови происходит, как правило, по механизму отрицательной обратной связи. Избыточное содержание гормона в крови приводит к торможению их производства и наоборот.

Биологическое действие гормонов сводится к обеспечению гомеостаза. Изменения внешней, внутренней Среды сопровождаются изменением скорости выработки гормонов. Все эти эндокринные системы рассеяны по организму, но имеют ряд общих признаков:

1. Отсутствие выводных протоков, так как выработанные вещества поступают прямо в кровь.
2. Обладают высокой степенью васкуоляризации.
3. Гормоны вырабатываемые в клетках образуются в малых количествах и обладают повышенной биологической активностью
4. В эндокринных клетках интенсивно развит синтетический и секреторный аппарат.

Эндокринную систему отличает тесная морфофункциональная связь с нервной системой посредством нейросекреторных клеток. Общность функций эндокринной системы основанная на взаимосвязи и строгом подчинении (субординации).

ИСТОЧНИКИ РАЗВИТИЯ:

1. Эктодермальное происхождение имеют щитовидные, паращитовидные железы, аденогипофиз.
2. Эндодермальное происхождение имеет островковый аппарат поджелудочной железы.
3. Целодермальное происхождение имеют надпочечники, половые железы.
4. Нейральное происхождение имеет гипоталамус, нейрогипофиз, эпифиз, мозговое вещество надпочечников.

ГИПОТАЛАМУС

Гипоталамус развивается из базальной части промежуточного мозгового пузыря. Принадлежит к ЦНС, и объединяет нервную и эндокринную систему в нейросекреторную систему. Контролирует все железы внутренней секреции через гипофиз. В сером веществе гипоталамуса находятся нейроны и нейросекреторные клетки организованные в ядра. Выделяют 32 пары ядер. Контроль гипоталамуса осуществляется посредством нейросекреции по 2 путям:

* Нейральный - по аксонам
* Гуморальный - по сосудам

В передней части гипоталамуса находятся 2 парных ядра:

* супраоптическое ядро, которое выделяет вазопрессин (антидиуретический гормон)
* паравентрикулярное ядро, которое секретирует окситоцин (действует на миометрий матки, миоэпителиальные клетки молочной железы).

Эти гормоны по аксонам идут в заднюю долю гипофиза.

Средний отдел гипоталамуса составляют мелкие нейросекреторные клетки образующие аркуатное ядро и вентромедиальное. Гормоны поступают по аксонам в первичную гемокапиллярную сеть. Эти ядра выделяют гормоны способные суживать и расширять сосуды. Их образование зависит от содержания в крови продуктов метаболизма сердечной мышцы. Нейросекреторная деятельность испытывает влияние высших отделов головного мозга и эпифиза.

ГИПОФИЗ

Относится к центральным эндокринным органам. Расположен под основанием головного мозга. Состоит из 2 частей:

* аденогипофиз - передняя доля и промежуточная часть
* нейрогипофиз - задняя доля.

Гипофиз развивается из двух зачатков на 4-5 неделе эмбрионального развития: из эктодермального и нейрального карманов.

Из эпителия выстилающего ротовую полость выпячивается карман (карман Ратке) к основанию мозга. На 8 неделе этот карман отшнуровывается от ротовой полости. Начинает формироваться задняя доля - выпячивание промежуточного пузыря. Затем происходит дифференцировка клеток, и с 9 по 20 неделю начинается синтез гормонов.

Передняя доля составляет 75%. Она образована эпителиальными тяжами, между которыми находятся синусоидные гемокапилляры, которые сопровождается рыхлой соединительной тканью. Клетки передней доли называются аденоциты. Они бывают в зависимости от отношения к окраске хромофильными(45-45%) и хромофобными (55-60%).

Хромофильные аденоциты в свою очередь делятся на ацидофильные (30-35%) и базофильные (5-10%). Ацидофильные делятся на соматотропоциты (выделяют гормон роста) и мамотропоциты (выделяют пролактин). Базофильные клетки делятся на тиротропоциты (выделяют тиреотропный гормон) и гонадотропопоциты (выделяют гонадотропные гормоны.

Адренокортикотропные клетки являются слабобазофильными клетками, они выделяют АКТГ которые действует в свою очередь на кору надпочечников.

Хромофобные аденоциты делятся на:

* недиференцированные клетки
* клетки находящиеся на разных стадиях дифференцировки
* специализированные клетки
* фолликулозвездчатые клетки (выполняют опорную, фагоцитирующую функции).

Промежуточная часть гипофиза у человека развита слабо (составляет 2% от массы гипофиза). Состоит из гемокапилляров и тяжей эпителиальных клеток с базофильной цитоплазмой. Эти клетки способны вырабатывать секрет и его накапливать. Секретом их являются меланиноцитотропин, липотропин.

Задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) образована эпендимоглиальными клетками - питуриоциты. В нейрогипофизе много пучков аксонов идущих из переднего гипоталамуса. По аксонам из гипоталамуса приносится вазопрессин и окситоцин. В задней доле эти гормоны накапливаются и затем по мере надобности выделяются в кровь.

ЭПИФИЗ (шишковидная железа). Закладывается на 5-6 неделе в виде выпячивания крыши промежуточного мозга. На 7-8 неделе в зачаток промежуточного желудочка врастает соединительная ткань и начинается дифференцировка клеток. Эпифиз покрывается соединительнотканной оболочкой, которая делит его на дольки и составляет строму железы. Секреторные клетки эпифиза - пинеалоциты (светлые, более крупные, и темные более мелкие). Поддерживающие клетки называются глиоциты. Глиальные клетки являются астроглией. Наибольший рассвет эпифиз проходит в 5-6 лет, затем он инволюционирует при этом происходит некоторое сокращение количества пинеалоцитов которые атрофируются, а взамен их образуется соединительная ткань.

Функция эпифиза: эпифиз участвует в регуляции процессов протекающих в организме циклически, деятельность эпифиза связывают с функцией поддержания биоритма (смена сна и бодрствования). Также считается что эпифиз участвует в адаптации организма к меняющейся освещенности, так как было доказана чувствительность клеток эпифиза к свету. Эпифиз участвует в смене направленности синтеза гормонов - днем идет выработка серотонина, ночью выработка меланина (также регулирует половое созревание).

**ГОРМОНЫ** , органические соединения, вырабатываемые определенными клетками и предназначенные для управления функциями организма, их регуляции и координации. У высших животных есть две регуляторных системы, с помощью которых организм приспосабливается к постоянным внутренним и внешним изменениям. Одна из них – нервная система, быстро передающая сигналы (в виде импульсов) через сеть нервов и нервных клеток; другая – эндокринная, осуществляющая химическую регуляцию с помощью гормонов, которые переносятся кровью и оказывают эффект на отдаленные от места их выделения ткани и органы. Химическая система связи взаимодействует с нервной системой; так, некоторые гормоны функционируют в качестве медиаторов (посредников) между нервной системой и органами, отвечающими на воздействие. Таким образом, различие между нервной и химической координацией не является абсолютным.

Гормоны есть у всех млекопитающих, включая человека; они обнаружены и у других живых организмов. Физиологическое действие гормонов направлено на:

1) обеспечение гуморальной, т.е. осуществляемой через кровь, регуляции биологических процессов;

2) поддержание целостности и постоянства внутренней среды, гармоничного взаимодействия между клеточными компонентами тела;

3) регуляцию процессов роста, созревания и репродукции.

Гипофиз является главной железой внутренней секреции, от деятельности которой зависит деятельность других желез. Гипофиз расположен в черепной коробке под головным мозгом, поэтому еще называется нижним мозговым придатком. И по расположению, и по строению, и по происхождению гипофиз тесто связан с нервной системой, которая оказывает не него влияния, усиливая или тормозя выработку его гормонов.

Не смотря на малые размеры и массу всего около полуграмма, гипофиз по сути представляет собой две железы, объединенные в одном органе (передняя доля - одна железа, а задняя и промежуточная доля - вторая железа).

Гипофиз состоит из трех долей - передней, состоящей из клеток железистой ткани, задней, состоящей из клеток нервной ткани, и промежуточной, тесно связанной с задней долей. Каждая из долей гипофиза вырабатывает собственные гормоны.

Гормоны регулируют активность всех клеток организма. Они влияют на остроту мышления и физическую подвижность, телосложение и рост, определяют рост волос, тональность голоса, половое влечение и поведение. Благодаря эндокринной системе человек может приспосабливаться к сильным температурным колебаниям, излишку или недостатку пищи, к физическим и эмоциональным стрессам. Изучение физиологического действия эндокринных желез позволило раскрыть секреты половой функции и чудо рождения детей, а также ответить на вопрос, почему одни люди высокого роста, а другие низкого, одни полные, другие худые, одни медлительные, другие проворные, одни сильные, другие слабые.

В нормальном состоянии существует гармоничный баланс между активностью эндокринных желез, состоянием нервной системы и ответом тканей-мишеней (тканей, на которые направлено воздействие). Любое нарушение в каждом из этих звеньев быстро приводит к отклонениям от нормы. Избыточная или недостаточная продукция гормонов служит причиной различных заболеваний, сопровождающихся глубокими химическими изменениями в организме.

Что такое гормоны? Согласно классическому определению, гормоны – продукты секреции эндокринных желез, выделяющиеся прямо в кровоток и обладающие высокой физиологической активностью. Главные эндокринные железы млекопитающих – гипофиз, щитовидная и паращитовидные железы, кора надпочечников, мозговое вещество надпочечников, островковая ткань поджелудочной железы, половые железы (семенники и яичники), плацента и гормон- продуцирующие участки желудочно-кишечного тракта. В организме синтезируются и некоторые соединения гормоноподобного действия. Например, исследования гипоталамуса показали, что ряд секретируемых им веществ необходим для высвобождения гормонов гипофиза. Эти “рилизинг-факторы”, или либерины, были выделены из различных участков гипоталамуса. Они поступают в гипофиз через систему кровеносных сосудов, соединяющих обе структуры. Поскольку гипоталамус по своему строению не является железой, а рилизинг-факторы поступают, по-видимому, только в очень близко расположенный гипофиз, эти выделяемые гипоталамусом вещества могут считаться гормонами лишь при расширительном понимании данного термина.

Другие вопросы еще более трудны. Почки секретируют в кровоток фермент ренин, который через активацию ангиотензиновой системы (эта система вызывает расширение кровеносных сосудов) стимулирует продукцию гормона надпочечников – альдостерона. Регуляция выделения альдостерона этой системой весьма схожа с тем, как гипоталамус стимулирует высвобождение гипофизарного гормона АКТГ (адренокортикотропного гормона, или кортикотропина), регулирующего функцию надпочечников. Почки секретируют также эритропоэтин – гормональное вещество, стимулирующее продукцию эритроцитов. Можно ли отнести почку к эндокринным органам? Все эти примеры доказывают, что классическое определение гормонов и эндокринных желез не является достаточно исчерпывающим.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Гормон  | Действие гормона  | Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести  |
| Гормон роста или соматотропный гормон  | У детей стимулирует рост организма. Увеличивает синтез белков, помогает клеткам усваивать питательные вещества, усиливает распад жиров в жировой ткани.  | Увеличивается, обеспечивая распад жиров в жировой ткани и их использование как источник энергии для мышечного сокращения.  |
| Гормон, регулирующий деятельность коры надпочечников или адренокортикотропный гормон или андренокортикотропин  | Усиливает выделение гормонов коры надпочечников.  | Увеличивается, так как деятельность надпочечников необходима для мышечной работы.  |
| Гормон, регулирующий деятельность щитовидной железы или тиреотропный гормон или тиреотропин  | Усиливает выделение гормонов щитовидной железы.  | Вероятно, увеличивается.  |
| Группа гормонов, регулирующих деятельность половых желез, или гонадотропные гормоны или гонадотропины  | Стимулируют функции половых желез.  | Снижается, так как специфическая деятельность половых желез не требуется для выполнения мышечной работы.  |
| Гормон, регулирующий деятельность молочных желез или лютеотропный гормон или пролактин (часто причисляется к группе гонадотропных гормонов)  | Стимулирует развитие желтого тела (женской железы внутренней секреции, образующейся на месте созревшего фолликула) у женщин и выделение тестостерона (мужского полового гормона) у мужчин. Обуславливает проявление материнского инстинкта. Во время беременности и кормления стимулирует выработку молока молочными железами.  | Снижается, так как изменения, вызываемые гормоном, не требуются для выполнения мышечной работы.  |

**Роль гормонов надпочечников, поджелудочной и щитовидной железы в регуляции обмена углеводов.**

**НАДПОЧЕЧНИКИ,** маленькие уплощенные парные железы желтоватого цвета, расположенные над верхними полюсами обеих почек. Правый и левый надпочечники различаются по форме: правый треугольный, а левый в форме полумесяца. Это эндокринные железы, т.е. выделяемые ими вещества (гормоны) поступают непосредственно в кровоток и участвуют в регуляции жизнедеятельности организма. Средний вес одной железы от 3,5 до 5 г. Каждая железа состоит из двух анатомически и функционально различных частей: внешнего коркового и внутреннего мозгового слоев.

Корковый слой происходит из мезодермы (среднего зародышевого листка) эмбриона. Из того же листка развиваются и половые железы – гонады. Как и гонады, клетки коры надпочечников секретируют (выделяют) половые стероиды – гормоны, по химическому строению и биологическому действию аналогичные гормонам половых желез. Кроме половых, клетки коры производят еще две очень важные группы гормонов: минералокортикоиды (альдостерон и дезоксикортикостерон) и глюкокортикоиды (кортизол, кортикостерон и др.).

Сниженная секреция гормонов коры надпочечников приводит к состоянию, известному как аддисонова болезнь. Таким больным показана заместительная терапия.

Избыточная продукция корковых гормонов лежит в основе т.н. синдрома Кушинга. В этом случае иногда производится хирургическое удаление обладающей избыточной активностью ткани надпочечников с последующим назначением заместительных доз гормонов.

Повышенная секреция мужских половых стероидов (андрогенов) является причиной вирилизма – появления мужских черт у женщин. Обычно это следствие опухоли коры надпочечников, поэтому лучшее лечение – удаление опухоли.

Мозговой слой происходит из симпатических ганглиев нервной системы эмбриона. Основные гормоны мозгового слоя – адреналин и норадреналин. Адреналин был выделен Дж.Абелем в 1899; это был первый гормон, полученный в химически чистом виде. Он является производным аминокислот тирозина и фенилаланина. Норадреналин, предшественник адреналина в организме, имеет сходное строение и отличается от последнего лишь отсутствием одной метильной группы. Роль адреналина и норадреналина сводится к усилению эффектов симпатической нервной системы; они повышают частоту сердечных сокращений и дыхания, кровяное давление, а также влияют на сложные функции самой нервной системы.

**Гормоны коркового вещества надпочечников**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Гормон  | Действие гормона  | Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести  |
| Минералокортикоиды (группа гормонов)  | Регулируют обмен воды и минеральных веществ в организме - задерживает воду и натрий в организме, увеличивает выделение калия из организма.  | Увеличив  |

Биология. Нервная система реагирует на многие внешние воздействия (в том числе стрессовые), посылая нервные импульсы в особый отдел мозга – гипоталамус. В ответ на эти сигналы гипоталамус секретирует кортиколиберин, который переносится кровью по т.н. воротной системе прямо в гипофиз (расположенный в основании мозга) и стимулирует секрецию им кортикотропина (адренокортикотропного гормона, АКТГ). Последний поступает в общий кровоток и, попав в надпочечники, стимулирует в свою очередь выработку и секрецию корой надпочечников кортизола.

**ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА** , пищеварительная и эндокринная железа. Имеется у всех позвоночных за исключением миног, миксин и других примитивных позвоночных. Вытянутой формы, по очертаниям напоминает кисть винограда.

Строение. У человека поджелудочная железа весит от 80 до 90 г, расположена вдоль задней стенки брюшной полости и состоит из нескольких отделов: головки, шейки, тела и хвоста. Головка находится справа, в изгибе двенадцатиперстной кишки – части тонкого кишечника – и направлена вниз, тогда как остальная часть железы лежит горизонтально и заканчивается рядом с селезенкой. Поджелудочная железа состоит из двух типов ткани, выполняющих совершенно разные функции. Собственно ткань поджелудочной железы составляют мелкие дольки – ацинусы, каждый из которых снабжен своим выводным протоком. Эти мелкие протоки сливаются в более крупные, в свою очередь впадающие в вирсунгиев проток – главный выводной проток поджелудочной железы. Дольки почти целиком состоят из клеток, секретирующих сок поджелудочной железы (панкреатический сок, от лат. pancreas – поджелудочная железа). Панкреатический сок содержит пищеварительные ферменты. Из долек по мелким выводным протокам он поступает в главный проток, который впадает в двенадцатиперстную кишку. Главный проток поджелудочной железы расположен вблизи общего желчного протока и соединяется с ним перед впадением в двенадцатиперстную кишку. Между дольками вкраплены многочисленные группы клеток, не имеющие выводных протоков, – т.н. островки Лангерганса. Островковые клетки выделяют гормоны инсулин и глюкагон.

Функции. Поджелудочная железа имеет одновременно эндокринную и экзокринную функции, т.е. осуществляет внутреннюю и внешнюю секрецию. Экзокринная функция железы – участие в пищеварении.

Пищеварение. Часть железы, участвующая в пищеварении, через главный проток секретирует панкреатический сок прямо в двенадцатиперстную кишку. Он содержит 4 необходимых для пищеварения фермента: амилазу, превращающую крахмал в сахар; трипсин и химотрипсин – протеолитические (расщепляющие белок) ферменты; липазу, которая расщепляет жиры; и реннин, створаживающий молоко. Таким образом, сок поджелудочной железы играет важную роль в переваривании основных питательных веществ.

Эндокринные функции. Островки Лангерганса функционируют как железы внутренней секреции (эндокринные железы), выделяя непосредственно в кровоток глюкагон и инсулин – гормоны, регулирующие метаболизм углеводов. Эти гормоны обладают противоположным действием: глюкагон повышает, а инсулин понижает уровень сахара в крови.

Заболевания. К заболеваниям поджелудочной железы относятся острое или хроническое воспаление (панкреатит), атрофия, опухоли, жировой некроз, кисты, склероз и абсцессы. Недостаточная секреция инсулина приводит к снижению способности клеток усваивать углеводы, т.е. к сахарному диабету. Болезни, связанные с нарушениями питания, вызывают атрофию или фиброз поджелудочной железы. Причина острого панкреатита – действие выделяемых ферментов на ткань самой железы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Гормон**  | **Действие гормона**  | **Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести**  |
| Тироксин или тетрайодтиронин  | Усиливает процессы окисления жиров, углеводов и белков в клетках, ускоряя, таким образом, обмен веществ в организме. Повышает возбудимость центральной нервной системы.  | Практически не меняется.  |
| Инсулин  | Облегчает проникание сахара из крови в клетки мышц и жировой ткани, облегчает проникновение аминокислот из крови в клетки, способствует синтезу белка и жиров. Способствует отложению глюкозы в запас (в печени).  | В начале работы - увеличивается, облегчая проникновение глюкозы в клетки, а затем - снижается, так как вызывает изменения, противоположные тем, которые необходимы для эффективной мышечной деятельности.  |
| Глюкагон  | Оказывает действие, во многом противоположное инсулину. Усиливает распад цепочек глюкозы в клетках и выход глюкозы из мест ее хранения в кровь. Стимулирует распад жира в жировой ткани.  | Увеличивается, обеспечивая распад и выход в кровь углеводов и жиров, дающих энергию для мышечного сокращения.  |

**ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА,** эндокринная железа у позвоночных животных и человека. Вырабатываемые ею гормоны (тиреоидные гормоны) влияют на размножение, рост, дифференцировку тканей и обмен веществ; считается также, что они активируют процессы миграции у лососевых рыб. Основная функция щитовидной железы у человека – регуляция процессов обмена веществ, в том числе потребления кислорода и использования энергетических ресурсов в клетках. Повышение количества тиреоидных гормонов ускоряет обмен веществ; недостаток приводит к его замедлению.

Строение щитовидной железы у разных позвоночных различно. У птиц, например, она состоит из двух небольших образований в области шеи, тогда как у большинства рыб она представлена мелкими скоплениями клеток (фолликулами) в области глотки. У человека щитовидная железа – плотное, похожее на бабочку образование, расположенное прямо под гортанью (голосовой щелью). Два “крыла” этой “бабочки”, доли щитовидной железы, размером обычно с уплощенную персиковую косточку, тянутся вверх по обеим сторонам трахеи. Доли соединены узкой полоской ткани (перешейком), которая проходит по передней поверхности трахеи.

Выработка гормонов. Щитовидная железа активно поглощает из крови йод, а также синтезирует специфический белок – тиреоглобулин, который содержит множество остатков аминокислоты тирозина и является предшественником гормонов железы. Йод связывается с тирозином в составе этого белка, а последующее попарное объединение (окислительная конденсация) йодированных остатков тирозина приводит в конце концов к образованию тиреоидных гормонов – трийодтиронина (Т3) или тетрайодтиронина (Т4). Последний обычно называют тироксином. Под действием тканевых ферментов тиреоглобулин распадается, и свободные тиреоидные гормоны попадают в кровь. Основной их формой в крови является Т4. Он на две трети (по весу) состоит из йода и вырабатывается только в щитовидной железе. Т3 содержит на один атом йода меньше, но в 10 раз активнее, чем Т4. Хотя некоторое его количество секретируется щитовидной железой, в основном он образуется из Т4 (путем отщепления одного атома йода) в других тканях организма, главным образом в печени и почках.

Количество гормонов, вырабатываемых щитовидной железой, в норме регулируется системой обратной связи, звеньями которой являются тиреотропный гормон (ТТГ) гипофиза и сами тиреоидные гормоны. При повышении уровня ТТГ щитовидная железа производит и выделяет больше гормонов, а повышение их уровня подавляет продукцию и секрецию гипофизарного ТТГ.

Третий гормон щитовидной железы, кальцитонин, принимает участие в регуляции уровня кальция в крови.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Гормон  | Действие гормона  | Изменение секреции гормона при мышечной деятельности средней тяжести  |
| Тироксин или тетрайодтиронин  | Усиливает процессы окисления жиров, углеводов и белков в клетках, ускоряя, таким образом, обмен веществ в организме. Повышает возбудимость центральной нервной системы.  | Практически не меняется.  |
| Трийодтиронин  | Действие во многом аналогично тироксину.  | Практически не меняется.  |
| Тирокальцитонин  | Регулирует обмен кальция в организме, снижая его содержание в крови, и увеличивая его содержание в костной ткани (оказывает действие, обратное паратгормону паращитовидных желез). Снижение уровня кальция в крови уменьшает возбудимость центральной нервной системы.  | Повышается при значительном утомлении, наступающем при выполнении длительной мышечной деятельности.  |

Клинические нарушения. В большинстве регионов мира обычная пища обеспечивает поступление в организм йода в количестве, достаточном для нормальной продукции тиреоидных гормонов. Однако в тех районах, где наблюдается дефицит йода в почве и, естественно, продуктах питания, применение йодированной соли позволяет решить эту проблему.

Недостаточная продукция тиреоидных гормонов приводит к гипотиреозу, или микседеме. При гипотиреозе щитовидная железа может быть увеличенной (зоб), но может и полностью исчезать. Это состояние чаще встречается у женщин, чем у мужчин, и нередко является следствием повреждения щитовидной железы собственной иммунной системой организма (аутоантителами). Обычно отмечают сонливость и непереносимость холода. В тяжелых случаях иногда развивается кома и может наступить смерть. Для лечения гипотиреоза используют препараты высушенной щитовидной железы животных, а в последнее время – таблетки синтетического Т4.

Избыточная секреция тиреоидных гормонов приводит к гипертиреозу, или тиреотоксикозу. Наиболее распространенная форма гипертиреоза – диффузный токсический зоб, или базедова болезнь, описание которой см. в статье ЗОБ.

Рак щитовидной железы обычно требует хирургического лечения, иногда в сочетании с введением радиоактивного йода. Этот вид рака чаще встречается у лиц, перенесших облучение головы и шеи.

**Особенности гормональной регуляции обмена углеводов при мышечной деятельности.**

На любой процесс жизнедеятельности организма расходуется энергия. Эта энергия образуется в результате распада различных химических веществ - углеводов, жиров (реже - белков), поступающих в организм вместе с пищей.

Углеводы поступают в организм с растительной и в меньшем количестве с животной пищей. Кроме того, они синтезируются в нем из продуктов расщепления аминокислот и жиров. Углеводы - важная составная часть живого организма, хотя количество их в организме значительно меньше, чем белков и жиров, - всего около 2% сухого вещества тела.

Если энергия, запасенная в химических связях поступающих с пищей веществ, больше, чем энергетический расход организма на процессы жизнедеятельности, часть энергии откладывается в запас. В организме млекопитающих запасным источником энергии является жировая ткань. Любое вещество, количество которого в организме превышает необходимый уровень, превращается в жиры и откладывается в запас в жировой ткани. Иными словами, если человек потребляет пищи больше, чем расходует энергии, то он толстеет. Если количество поступающей с пищей энергии меньше, чем энергетические траты организма, то организм вынужден брать недостающую энергию из запасов. Вначале организм тратит имеющиеся в клетках и в крови углеводы. Процесс распада углеводов достаточно легкий и быстрый в отличие от сложного и длительного процесса расщепления жиров. Когда количество углеводов достигает определенного минимума, организм начинает расщеплять жиры. Таким образом, если человек ест меньше, чем расходует энергии, он худеет.

В некоторых случаях, когда с пищей поступает чрезвычайно мало энергии либо не поступает ее вовсе (голодание), а энергетические запросы организма велики (более или менее интенсивная мышечная деятельность), организм не тратит силы на сложный процесс расщепление жиров. В этих случаях организму легче расщепить некоторые виды низкомолекулярных белков. К таким белкам относятся, прежде всего, иммунные белки. Расщепление иммунных белков плазмы крови существенно снижает иммунную защиту организма. Поэтому при активном образе жизни голодание может быть очень опасным.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| основной обмен  | < =  | Энергетические траты в организме можно разделить на две группы  | = >  | добавочные расходы энергии  |

Влияние центральной нервной системы на углеводный обмен осуществляется главным образом посредством симпатической иннервации. Раздражение симпатических нервов усиливает образование адреналина в надпочечниках. Он вызывает расщепление гликогена в печени и скелетных мышцах и повышение в связи с этим концентрации глюкозы в крови. Гормон поджелудочной железы глюкагон так же стимулирует эти процессы. Гормон поджелудочной железы инсулин является антагонистом адреналина и глюкагона. Он непосредственно влияет на углеводный обмен печеночных клеток, активизирует синтез гликогена и тем самым способствует его депонированию. В регуляции углеводного обмена участвуют гормоны надпочечников, щитовидной железы и гипофиза.

Энергетические траты принято оценивать в килокалориях (ккал). Существуют и другие величины оценки энергозатрат.

Углеводы служат в организме основным источником энергии. При окислении 1 г углеводов освобождается 4.1 ккал энергии. Для окисления углеводов требуется значительно меньше кислорода, чем для окисления жиров. Это особенно повышает роль углеводов при мышечной деятельности. Значение их как источника энергии подтверждается тем, что при уменьшении концентрации глюкозы в крови резко снижается физическая работоспособность. Большое значение углеводы имеют для нормальной деятельности нервной системы.

Основной обмен - это энергетические траты организма, связанные с поддержанием минимального уровня жизнедеятельности в стандартных условиях во время бодрствования.

Даже в состоянии абсолютного покоя, глубокого сна, наркоза или комы организм расходует энергию на следующие жизненно важные процессы:

* + деятельность постоянно работающих органов - дыхательных мышц, сердца, почек, печени, мозга
	+ поддержание жизненно необходимого биохимического неравновесия между внутренним составом клетки и составом межклеточной жидкости
	+ обеспечение внутриклеточных процессов дыхания, постоянно осуществляющегося синтеза жизненноважных веществ
	+ поддержание минимального уровня мышечного тонуса
	+ обеспечение постоянно осуществляющегося процесса деления клеток
	+ другие процессы

Величину основного обмена определяют утром натощак в покое после сна при температуре окружающего воздуха 18-200 C.

Основные факторы, от которых зависит уровень основного обмена

* + Возраст. Относительный основной обмен (в пересчете на массу тела) у детей выше, чем у взрослых, у людей среднего возраста выше, чем у стариков.
	+ Рост. Чем больше рост, тем выше основной обмен.
	+ Масса тела. Чем больше масса, чем выше основной обмен.
	+ Пол. У мужчин основной обмен выше, чем у женщин даже при одинаковых величинах роста, массы и возраста.

У мужчины среднего возраста - 35 лет, средней массы - 70 кг, среднего роста - 165 см основной обмен равен примерно 1 700 килокалорий (ккал) в сутки. У женщины при тех же условиях основной обмен примерно на 5-10 % ниже (1 530 ккал).

В случаях заболеваний, связанных с увеличением ее функции - Базедова болезнь, гипертиреоз - основной обмен несоразмерно увеличивается. При заболеваниях, связанных с угнетением деятельности щитовидной железы - микседема, гипотиреоз - основной обмен несоразмерно снижается. Аналогичным образом на уровень основного обмена влияет деятельность гипофиза (в существенной мере) и половых желез ( в значительно меньшей степени). Пища содержит главным образом сложные углеводы, которые расщепляются в кишечнике и всасываются в кровь, преимущественно в виде глюкозы. В небольших количествах глюкоза содержится во всех тканях. Концентрация ее в крови колеблется от 0.08 до 0.12%. Поступая в печень и мышцы, глюкоза используется там для окислительных процессов, а так же превращается в гликоген и откладывается в виде запасов.

**Добавочные расходы энергии при выполнении некоторых видов физических упражнений**

|  |  |
| --- | --- |
| **Упражнение**  | **Добавочный расход энергии (ккал)**  |
| **Бег:**  |
| 100 м  | 18  |
| 200 м  | 25  |
| 400 м  | 40  |
| 800 м  | 60  |
| 1 500 м  | 100  |
| 3 000 м  | 210  |
| 5 000 м  | 310  |
| 10 000 м  | 590  |
| 42 км 195 м  | 2300  |
| **Лыжные гонки:**  |
| 10 км  | 550  |
| 30 км  | 1800  |
| 50 км  | 3600  |
| **Бег на коньках:**  |
| 500 м  | 35  |
| 1 500м  | 65  |
| 5 000м  | 200  |
| **Плавание:**  |
| 100 м  | 50  |
| 200 м  | 80  |
| 400 м  | 150  |
| 1 500 м  | 500  |

**ЛИТЕРАТУРА**

* 1. Н.Н. Яковлев. “Биохимия”: учебник для ИФК. Мн. ФИС 1974.
	2. Н.И. Волков, Н.И. Ненсин. “Биохимия мышечной деятельности” учебник для вузов. Киев 2000.
	3. Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костили. “Физиология спорта и двигательной активности”. Киев: Олимпийская литература 1997.
	4. Н.И Яковлев “Химия движения”. Ленинград: Наука 1983.
	5. В.В. Васильева “Обмен углеводов и его регуляция”.