**Гормональная регуляция обмена углеводов при мышечной деятельности**

**Понятие о гормонах, их биологическая роль.**

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА– система желез, вырабатывающих гормоны, и выделяющих их непосредственно в кровь. Эти железы, называемые эндокринными или железами внутренней секреции, не имеют выводных протоков; они расположены в разных частях тела, но функционально тесно взаимосвязаны. На рисунке показано расположение основных эндокринных желез в организме человека. Отсутствующая на рисунке шишковидная железа (эпифиз), изучена недостаточно, но в настоящее время ее относят к эндокринной системе. Данная железа – небольшое образование в среднем мозге, и у млекопитающих она играет роль нейроэндокринного преобразователя, в котором идущие от глаз через мозг нервные импульсы превращаются в гормональный сигнал, вызывая секрецию гормона мелатонина. Мелатонин влияет на биологические ритмы, в том числе на суточные колебания физиологических функций и сезонные половые циклы. У низших позвоночных эпифиз может непосредственно воспринимать свет («третий глаз»).

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.

**Список литературы**

Н.Н. Яковлев. «Биохимия»: учебник для ИФК. Мн. ФИС 1974.

Н.И. Волков, Н.И. Ненсин. «Биохимия мышечной деятельности» учебник для вузов. Киев 2000.

Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костили. «Физиология спорта и двигательной активности». Киев: Олимпийская литература 1997.

Н.И Яковлев «Химия движения». Ленинград: Наука 1983.

В.В. Васильева «Обмен углеводов и его регуляция».