Лекция 14. Эндокринная система человека

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕЛЁЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Кроме нервной системы функции организма регулирует эндокринный аппарат, состоящий из специальных желёз и отдельных клеток. Эти высокоспециализированные железы, не имеющие выводных протоков и выделяющие свой секрет (гормоны) непосредственно в межклеточные щели, кровь, лимфу или спинномозговую жидкость, получили название эндокринных, или желёз внутренней секреции. К ним относят гипофиз, эпифиз, щитовидную, околощитовидные железы, надпочечники, эндокринную часть поджелудочной и половых желёз.

Кроме желёз, к эндокринному аппарату относят группы диффузно расположенных в организме специальных клеток, выделяющих свои секреты в кровь.

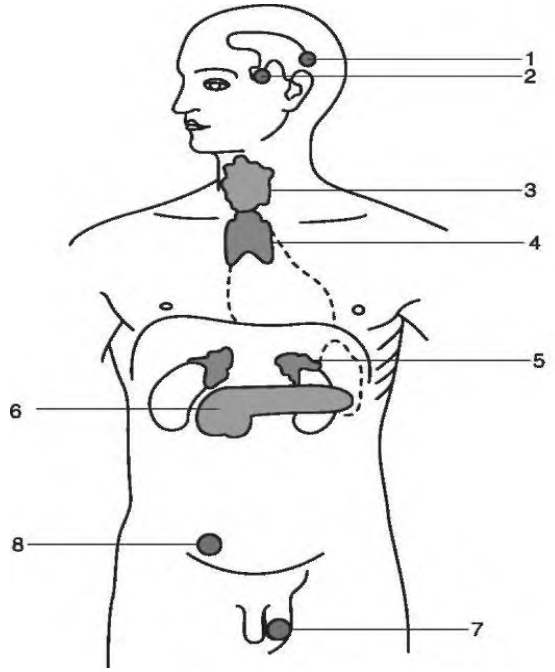
Гормоны - химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. В малых количествах они дают значительный физиологический эффект. Гормоны контролируют (активизируют и тормозят) важнейшие процессы организма: активность генов, процессы онтогенеза, рост и развитие тканей, размножение, формирование пола. Влияя на ствол головного мозга (средний, промежуточный

мозг) через ретикулярную формацию и лимбическую систему, они изменяют тонус коры больших полушарий.

Гормон передаёт информацию в форме химического соединения, действующего на чувствительные к нему органы-мишени. Восприятие информации в этих органах возможно благодаря белковым молекулам-рецепторам, расположенным в мембранах и органоидах клеток. Они распознают и связывают определённый гормон. В результате взаимодействия с гормоном в мембране, ферментах, генетическом аппарате клетки возникают изменения, обусловливающие его влияние. Если не осуществилось взаимодействие гормона с рецепторами органа-мишени, он расщепляется в печени, почках и лёгких.

Помимо «классических» гормонов, которые вырабатываются железами внутренней секреции, обнаружены гормоны, образующиеся в специальных эндокринных клетках и выделяющиеся в пищеварительном тракте. Так, гастрин выделяется в желудке и стимулирует работу его желёз; секретин образуется в двенадцатиперстной кишке и активизирует секрецию поджелудочной железы; холецистокинин выделяется в двенадцатиперстной кишке и возбуждает сокращение стенки желчного пузыря. В тканях были обнаружены гистамин, простагландины, брадикинин и др. Эти гормоны действуют локально там, где образуются.

Паракринные гормоны занимают промежуточное положение между гормонами эндокринных желёз и медиаторами, выделяющимися в синапсах. Паракринные гормоны выделяются ответвлениями аксонов непосредственно в межклеточную жидкость и имеют местное или тканевое действие.



Расположение эндокринных желёз (схема).

1 - шишковидное тело;

2 - гипофиз;

3 - щитовидная и околощитовидные железы;

4 - вилочковая железа (тимус);

5 - надпочечник;

6 - эндокринная часть поджелудочной железы (островки Лангерганса);

7 - внутрисекреторная часть яичек (у мужчины);

8 - внутрисекреторная часть яичника (у женщины).

Согласно принципу функциональной взаимозависимости, железы внутренней секреции подразделяют на четыре группы.

• Группа аденогипофиза: щитовидная железа, корковое вещество надпочечников (пучковая и сетчатая зоны), эндокринная часть половых желёз.

• Эндокринные железы, не зависимые от аденогипофиза: паращитовидные железы, эндокринная часть поджелудочной железы, надпочечники (клубочковая зона).

• Эндокринные железы нейроглиального происхождения: эпифиз, нейрогипофиз.

• Нейроэндокринные образования: нейросекреторные клетки ядер гипоталамуса, мозговое вещество надпочечников, эндокринные клетки в стенке желудка и кишечника.

Функция желёз внутренней секреции может быть снижена (гипофункция) или же увеличена (гиперфункция). Избыточная или недостаточная продукция гормонов вызывает тяжелейшие обменные нарушения и заболевания организма.

ГИПОТАЛАМУС

Гипоталамус - отдел промежуточного мозга, высший нервный центр, регулирующий работу эндокринной системы. Здесь демонстрируется

непосредственное взаимодействие нервной и эндокринной систем. Кроме собственных нейронов, в гипоталамусе находятся секреторные нервные клетки. Они способны не только продуцировать гормоны, но и осуществлять функцию, присущую нейронам, - передачу возбуждения в виде потенциалов действия. В них вырабатываются следующие нейрогормоны: вазопрессин, окситоцин и рилизинг-гормоны.

Вазопрессин, или антидиуретический гормон, повышает артериальное давление (АД) и регулирует процесс обратного всасывания в канальцах нефрона.

Окситоцин усиливает перистальтику органов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), стимулирует сокращение мышц матки, способствует быстрому родовому акту, стимулирует выделение молока.

Рилизинг-гормоны влияют на аденогипофиз через кровь и способны как стимулировать, так и тормозить выработку гипофизом тропных гормонов. В том случае, если они стимулируют образование тропных гормонов, их называют либеринами, а если обладают тормозящим действием - статинами.

Таким образом, выделение каждого гормона гипофиза регулируется как минимум двумя рилизинг-гормонами - возбуждающим и тормозящим. Синтез гормонов гипоталамуса, в свою очередь, контролируется импульсами лимбической системы.

ГИПОФИЗ

Гипофиз - нижний придаток мозга, массой менее 1 г; находится в полости черепа, в гипофизарной ямке турецкого седла, и связан с гипоталамусом воронкой. Гипофиз - центральная железа внутренней секреции, регулирует функции зависимых от него эндокринных желёз.

Различают две доли гипофиза: переднюю - аденогипофиз и заднюю - нейрогипофиз. Железистые клетки аденогипофиза вырабатывают тропные гормоны.

• Соматотропный гормон (гормон роста) стимулирует обмен веществ, рост костей, мышц, органов. Выделение этого гормона носит эпизодический характер. У детей он выделяется в большем количестве, чем у взрослых. При избыточной продукции этого гормона у детей происходит усиление роста - гигантизм, а при недостатке гормона - пропорциональная карликовость с нормальным развитием психики (рис. 10.2). Гиперпродукция этого гормона во взрослом возрасте вызывает увеличение в размерах выступающих частей скелета - костей лица, надбровных дуг, кистей и стоп. Эту болезнь называют акромегалией (рис. 10.3).

• Тиреотропный гормон выделяется постоянно и стимулирует выделение щитовидной

железой гормонов тироксина и трийодтиронина. Уровень этого гормона регулируется по принципу обратной связи: его количество зависит от количества гормонов, выделяемых щитовидной железой.

• Адренокортикотропный гормон (АКТГ) активизирует функцию коры надпочечников.

• Гонадотропные гормоны:

- фолликулостимулирующий гормон стимулирует у женщин рост фолликулов яичников, у мужчин он активизирует сперматогенез;

- пролактин, или лютеотропный гормон, стимулирует образование гормона беременности (прогестерона) в желтом теле яичников;

- лютеинизирующий гормон регулирует овуляцию и образование желтого тела, стиму лирует развитие и созревание половых клеток, секрецию половых гормонов.

• Меланотропный гормон контролирует синтез меланина, распределение этого пигмента в коже и сетчатке глаз.

Нейрогипофиз состоит из клеток нейроглиального происхождения, которые контактируют с отростками нейросекреторных клеток гипоталамуса. К клеткам задней доли гипофиза транспортируются нейрогормоны гипоталамуса, которые там накапливаются и затем поступают в кровь.

НАДПОЧЕЧНИКИ

Это парный орган, массой 12-13 г, прилежащий к верхнему полюсу почек и состоящий из коркового и мозгового вещества. Мозговой слой вырабатывает два гормона: адреналин и норадреналин.

Адреналин увеличивает силу и частоту сердечных сокращений, сужает периферические сосуды, а сердечные и лёгочные - расширяет; тормозит перистальтику пищеварительного тракта, расширяет зрачок, влияет на углеводный обмен как антагонист инсулина, повышающий уровень глюкозы в крови. Он ускоряет окислительные процессы в клетках, увеличивает силу мышечных сокращений, мобилизует организм к немедленной реакции на изменения во внешней среде. Именно поэтому адреналин называют «аварийным гормоном».

Норадреналин поддерживает тонус кровеносных сосудов, способствует расщеплению гликогена и жиров, замедляет ЧСС.

Корковый слой по гистологическому строению делят на три обособленные зоны: наружную - клубочковую, среднюю - пучковую и внутреннюю - сетчатую. Гормоны коркового слоя носят общее название кортикостероидов. К ним относят три группы гормонов: минералокортикоиды, образующиеся в клубочковой зоне, глюкокортикоиды, выделяемые пучковой зоной, и половые гормоны, вырабатываемые клетками сетчатой зоны.

Минералокортикоиды (альдостерон) регулируют минеральный состав крови и, в первую очередь, концентрацию натрия и калия в плазме крови. Задерживая натрий в крови, минералокортикоиды способствуют выделению калия с мочой, повышают АД, усиливают воспалительные процессы.

При гиперфункции минералокортикоидов возникает мышечная слабость, гипертония, полиурия, нарушение солевого обмена - синдром Кона.

При гипофункции минералокортикоидов возникает Аддисонова, или бронзовая болезнь. Ранними её признаками - бронзовая окраска кожи, особенно на руках, шее, лице, повышенная утомляемость, потеря аппетита, тошнота, рвота, гипотония.

Глюкокортикоиды (кортикостерон, кортизол, гидрокортизол, кортизон) регулируют углеводный, жировой и белковый обмен. Они способствуют усилению синтеза глюкозы в печени, повышают уровень сахара в крови. Они также ослабляют воспалительные процессы, уменьшая выработку медиаторов воспаления - гистамина и серотонина, повышают устойчивость к инфекции.

Половые гормоны играют существенную роль в развитии половых органов в детском возрасте. При гиперфункции половых гормонов происходят изменения в половой сфере: у детей - раннее половое созревание, у взрослых - изменения в скелете, мышцах, распределении волосяного покрова тела, психике (феминизация мужчин, маскулинизация женщин).

Адаптационный синдром. Гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система

Эта система - важнейшее звено адаптационного синдрома, описанного Г. Селье. Под адаптационным синдромом понимается совокупность реакций организма, возникающих при воздействии неблагоприятных для организма раздражителей и ведущих к внутреннему напряжению организма - стрессу. Это могут быть физические факторы (высокая или низкая температура, травмы), психические воздействия (угрожающе сильный звук) и др. При этом в организме возникают однотипные неспецифические изменения, проявляющиеся быстрым выделением кортикостероидов под влиянием кортикотропина.

Г. Селье выделил три фазы адаптационного синдрома

• Фаза тревоги (от нескольких часов до нескольких суток): происходит мобилизация защитных сил организма. Повышается

активность коры надпочечников, что увеличивает секрецию адреналина и повышение сахара в крови. Таким образом, происходит активизация системы гипоталамус-гипофиз- надпочечники.

• Фаза сопротивляемости: повышается устойчивость организма к внешним воздействиям. Усиливается секреция кортикостероидов надпочечников (особенно глюкокортикоидов), и организм обнаруживает повышенную устойчивость к действиям неблагоприятных факторов среды.

• Фаза стабилизации состояния (либо стадия истощения) наступают при продолжающемся воздействии отрицательных факторов. В фазе истощения резко снижается сопротивляемость организма и появляются патологические изменения, например, в ЖКТ возникают язвы, в миокарде - мелкоочаговые некрозы и т.д. Возможна и гибель организма.

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА

Щитовидная железа расположена на передней поверхности шеи ниже щитовидного хряща, состоит из двух долей, соединённых перешейком (рис. 10.4). Её масса составляет 15-30 г. Структурнофункциональная единица щитовидной железы -

фолликул. Клетки фолликулов поглощают йод из крови и способствуют синтезу гормонов тироксина и трийодтиронина. Концентрация йода в фолликулах в 300 раз больше, чем в плазме крови. Чтобы происходил синтез тиреоидных гормонов, суточное потребление йода должно составлять не менее 150 мг.

В молодом возрасте гормоны щитовидной железы стимулируют рост, физическое и психическое развитие организма. Они регулируют обмен веществ, увеличивают теплопродукцию, активизируют дыхательную, сердечно-сосудистую и нервную систему.

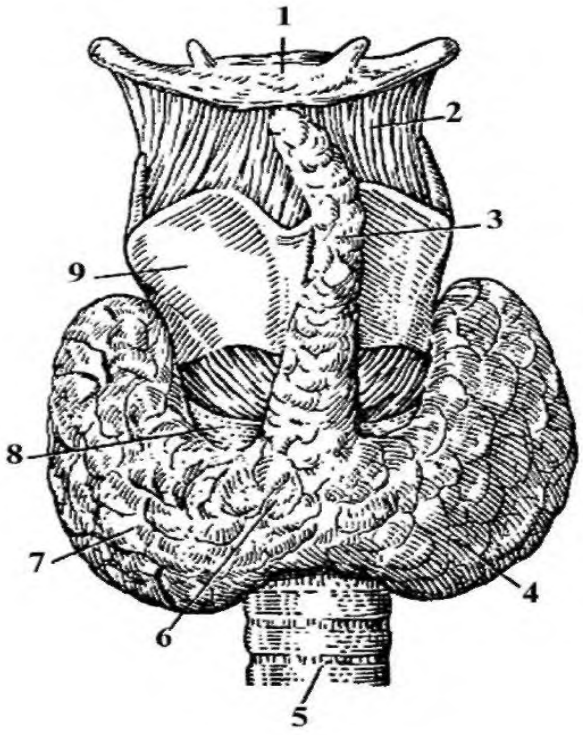
При гипофункции щитовидной железы возникает заболевание микседема, характеризующееся снижением обмена веществ, падением температуры тела, замедлением пульса, вялостью движений, ухудшением памяти, сонливостью. Масса тела увеличивается. Кожа становится сухой и отёчной.

Если гипофункция щитовидной железы проявляется в детском возрасте, то развивается кретинизм. Особенности этого заболевания - задержка роста, нарушение пропорций тела, задержка полового созревания и психического развития.

При гиперфункции щитовидной железы (гипертериозе) развивается Базедова болезнь - диффузный токсический зоб, болезнь Грейвса (рис. 10.5). Человек худеет, несмотря на то, что может потреблять большое количество пищи. У него повышается АД, появляется мышечная дрожь, слабость, усиливается нервная возбудимость, возникает пучеглазие (экзофтальм). Это заболевание лечат, хирургическим путём удаляя часть железы, или применяя лекарственные препараты, подавляющие синтез тироксина.

Как при недостаточной, так и при избыточной функции щитовидной железы развивается зоб. В первом случае это обусловлено компенсаторным увеличением числа фолликулов железы, хотя продукция гормонов уменьшена. Такой зоб называется эндемическим: он встречается в местностях с низким содержанием йода в питьевой воде, пище (например, на Кавказе). Кроме того, увеличение щитовидной железы может быть вызвано повышением её активности.

В особых клетках щитовидной железы вырабатывается гормон кальцитонин, регулирующий обмен кальция и фосфора в организме. Орган-мишень этого гормона - костная ткань. Кальцитонин тормозит поступление фосфора и кальция из костной ткани в кровь. Секреция кальцитонина зависит от содержания кальция в плазме крови: увеличение кальция в крови усиливает, а уменьшение - подавляет его секрецию.



Щитовидная железа

1 - подъязычная кость;
2 - щитоподъязычная перепонка;
3 - пирамидальная доля;
4 - левая доля;
5 - трахея;
6 - перешеек щитовидной железы;
7 - правая доля;
8 - перстневидный хрящ;
9 - щитовидный хрящ.

ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Представлены двумя парами мелких желёз, располагающимися на задней поверхности щитовидной железы; общая масса их не превышает 1,18 г. Железы выделяют паратиреоидный гормон (паратгормон). Нарушение деятельности желёз может привести к смерти вследствие судорог дыхательных мышц. При гипофункции паращитовидных желёз в результате падения уровня кальция в крови возникают судороги мышц (тетания) и задержка развития зубов у детей раннего возраста.

Паратгормон - антагонист гормона кальцитонина. При избыточном количестве паратгормона повышается количество кальция в крови, понижается количество фосфата, и одновременно повышается их выделение с мочой. В итоге происходит разрушение костной ткани, вплоть до появления патологических переломов костей.

ЭПИФИЗ

Шишковидное тело (эпифиз) - железа внутренней секреции массой 0,2 г, верхний придаток мозга, расположен в области промежуточного мозга. По внешнему виду напоминает еловую шишку. Главный гормон эпифиза - мелатонин. Характерна обратная зависимость секреции мелатонина от уровня освещенности. В связи с этим не исключена роль эпифиза как регулятора суточных гормональных ритмов организма.

В настоящее время установлено, что эпифиз наряду с гипоталамо-гипофизарной системой регулирует водно-солевой, углеводный и фосфорно-кальциевый обмен, а также выработку гормонов другими эндокринными железами. Доказано тормозящее действие эпифиза

на выработку гонадотропных гормонов гипофиза и процессы роста. Опухоли эпифиза вызывают у мальчиков преждевременное половое созревание (до десятилетнего возраста!). В настоящее время изучают противоопухолевое влияние эпифиза. Однако функции этой железы еще не до конца изучены.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА

Смешанная железа, обладающая как внешней (экзокринной), так и внутренней (эндокринной) секрецией. К эндокринной части поджелудочной железы относят островки Лангерганса диаметром 0,1- 0,3 мм, общая их масса не превышает 1/100 массы поджелудочной железы. Крупные α-клетки островков вырабатывают гормон глюкагон, мелкие β-клетки - инсулин, δ-клетки - соматостатин.

Инсулин - анаболический гормон, стимулирующий процессы синтеза гликогена из глюкозы, содержащейся в крови. Гликоген, в отличие от глюкозы, нерастворимое вещество: он откладывается в клетках как энергетический запас (своего рода, животный аналог растительного крахмала). Инсулин способствует превращению глюкозы в гликоген в печени и мышцах, увеличивая проницаемость клеточных мембран для глюкозы, регулирует не только углеводный, но и жировой, белковый, минеральный, водный обмен веществ. При недостаточной секреции инсулина возникает сахарный диабет - заболевание, характеризующееся стойкой гипергликемией (повышение содержания глюкозы в крови), что может приводить к потере сознания в результате гипергликемического шока. Кратковременная гипергликемия может возникнуть после приема в пищу большого количества углеводов.

Повышение содержания инсулина в крови (например, при случайной передозировке этого гормона у больных сахарным диабетом) вызывает гипогликемию, т.е. понижение содержания глюкозы в плазме крови. Гипогликемия приводит к потере сознания в результате гипогликемического шока.

Глюкагон по своим функциям - антагонист инсулина. Он усиливает расщепление гликогена в печени и повышает уровень глюкозы в крови. Повышается количество глюкозы в крови (гипергликемия), появляется сахар в моче (глюкозурия), выделение мочи увеличивается до 10 л в сутки (полиурия), усиливается жажда, повышается аппетит.

Соматостатин относят к паракринным гормонам. Он уменьшает секрецию инсулина, глюкагона и пищеварительных соков, а также угнетает перистальтику пищеварительного тракта, замедляя всасывание.

ПОЛОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

Гонады - яичники у женщин и семенники (яички) у мужчин - железы смешанной секреции: производят половые клетки, выделяющиеся в половые пути, и половые гормоны, выделяющиеся в кровь.

В мужских половых железах образуются гормоны андрогены, а в женских - эстрогены и прогестерон. Благодаря андрогенам и эстрогенам происходит развитие вторичных половых признаков. Прогестерон играет важную роль в процессе беременности.

Женские половые гормоны образуются в фолликулах яичников. Под их влиянием осуществляется рост и развитие половых клеток и организма женщины в целом. Они регулируют менструальный цикл, беременность, подготовку к кормлению новорождённого молоком.

Мужские половые гормоны образуются железистыми клетками Лейдига, расположенными в рыхлой соединительной ткани между извитыми канальцами яичка. Они выделяют андрогены - тестостерон и андростерон, которые способствуют росту и развитию, половому созреванию и половой функции мужчины. Ежедневная потребность организма мужчины в андрогенах составляет около 5 мг.

Секреция половых гормонов происходит под влиянием гонадотропных гормонов гипофиза. В случае недостаточности выделения гонадотропных гормонов - при инфантилизме - развитие полового аппарата замедляется, не происходит сперматогенез, фолликулы не достигают зрелости, невозможна беременность. Нервная регуляция функций половых желёз заключается в рефлекторном влиянии на процессы образования в гипофизе гонадотропных гормонов. При сильных эмоциях половой цикл может полностью прекратиться (психогенная аменорея у женщин). Половые гормоны оказывают выраженное влияние на высшую нервную деятельность (ВНД) мужчины и женщины. При кастрации нарушаются процессы торможения в больших полушариях.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЁЗ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Регуляция функций организма транспортируемыми кровью биологически активными веществами называется гуморальной. Ведущая роль в ней принадлежит гормонам. Гуморальная регуляция различных органов и систем тесно связана с нервной и подчинена последней, поэтому говорят о единой нейрогуморальной регуляции.

Физиологические процессы в организме характеризуются ритмичностью. Для человека и млекопитающих характерны половые циклы, сезонные колебания физиологической активности щитовидной железы, надпочечников, половых желёз, суточные изменения двигательной активности, температуры тела, давления крови,

обмена веществ. Значительна роль нейрогуморальной регуляции в сложной инстинктивной деятельности животных: в добыче пищи, миграциях, размножении.

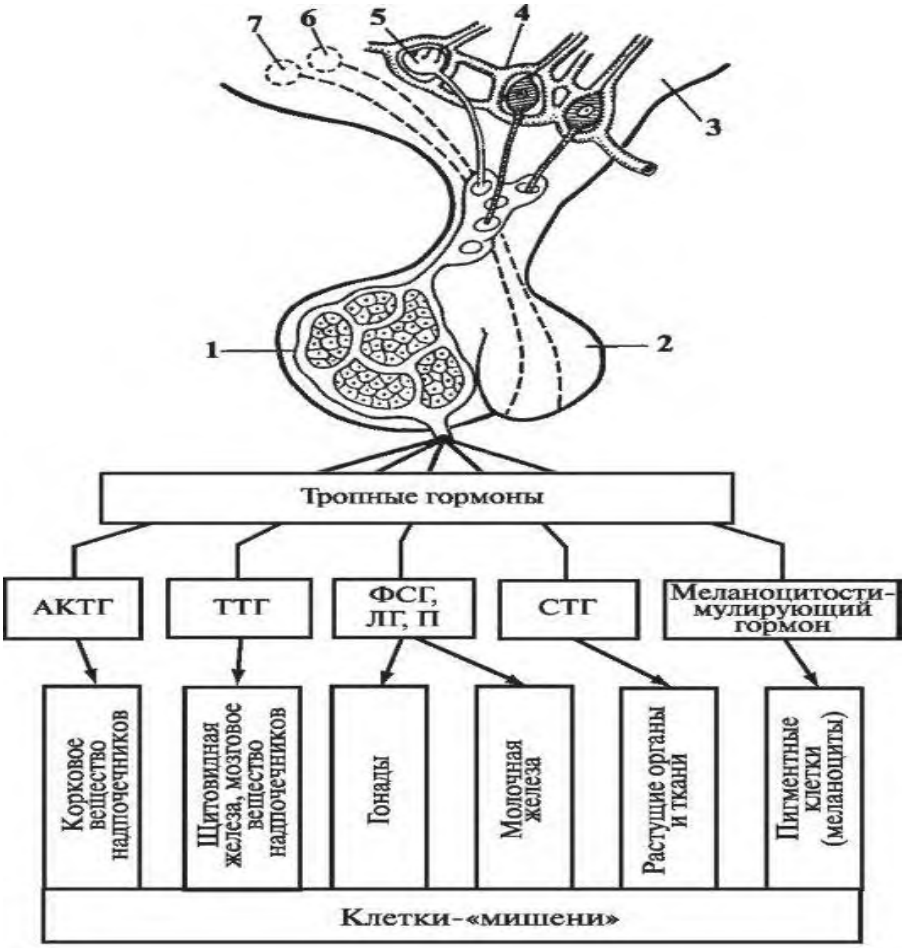
Сложные рефлекторные и гуморальные механизмы регулируют выделение гормонов железами внутренней секреции. Высший подкорковый центр регуляции - гипоталамо-гипофизарная система (рис. 10.6). Гипоталамус регулирует функции гипофиза как с помощью рилизинг-гормонов, контролирующих выделение тропных гормонов гипофиза, так и благодаря непосредственному влиянию вегетативных нервов, иннервирующих эту железу. Через свои вегетативные центры гипоталамус регулирует функции других желёз внутренней секреции. С другой стороны, гипоталамус подчинен влияниям ретикулярной формации, лимбической системы и коры больших полушарий.

Гипофиз с зависимыми от него железами и гипоталамусом находится в отношениях обратной связи, когда количество тиреотропного гормона напрямую зависит от количества тироксина, выделяемого щитовидной железой, а сам тиреотропный гормон гипофиза влияет на выработку рилизинг-гормона гипоталамусом.

Второй важный фактор, определяющий количество выделяемого гормона, - состояние химических процессов, контролируемых гормоном. Например, при увеличении уровня глюкозы в крови увеличивается количество инсулина и наоборот.

Взаимно противоположное действие на клетки и органы оказывают гормоны-антагонисты, например, инсулин и глюкагон, инсулин и адреналин, паратгормон и кальцитонин. Так, регуляция содержания ионов кальция в крови осуществляется взаимодействием двух гормонов: паратгормона и кальцитонина. Уменьшение концентрации кальция в крови приводит к увеличению выделения паратгормона и повышению уровня кальция в крови. Повышение кальция в крови тормозит образование этого гормона, но стимулирует выделение кальцитонина, понижающего уровень кальция в крови.

Биологический эффект некоторых гормонов заключается в том, что они создают условия для проявления действия другого гормона. Всегда следует помнить, что клетки и органы подвержены действию многих гормонов. Эндокринная регуляция жизненных функций организма является комплексной и строго сбалансированной.



Взаимоотношения нейросекреторной гипоталамо-гипофизарной системы и эндокринных желез (схема).

1 - аденогипофиз;

2 - нейрогипофиз;

3 - гипоталамус;

4 - капилляры;

5 - секреторный нейроцит;

6 - паравентрикулярное ядро;

7 - надзрительное ядро.