

ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО

Естественно-географический факультет
Кафедра «Физиологии человека и животных»

А.Я. БАЧУ

КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИОЛОГИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФКиС
(нейро-гуморальная регуляция)

ТИРАСПОЛЬ - 2009

А.Я. БАЧУ «КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИОЛОГИИ (НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ)»

УДК 616.839 – 612.018.

ББК 28.903

Курс лекций по физиологии для студентов ФКиС (нейро-гуморальная регуляция) Бачу А.Я. –Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2009. – 56 с.

Учебно-методическое пособие для студентов факультета «Физической культуры и спорта», изучающих предмет «Физиология». Пособие включает курс лекций по разделу «Нейро-гуморальная регуляция сомато-вегетативных функций», читаемых на кафедре «Физиологии человека и животных». Пособие может быть рекомендовано и студентам-биологам, студентам-медикам.

Р е ц е н з е н т ы

доктор медицинский наук, профессор кафедры «Гистологии, цитологии и эмбриологии», Государственного Университета Медицины и Фармации им Н. Тестемияну Виктор В. Рывняк

кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биохимии и клинической химии» Государственного Университета Медицины и фармации им. Н. Тестемияну Елена И. Рывняк

У т в е р ж д е н о к п е ч а т и

Научно-методическим Советом ПГУ им. Т.Г. Шевченко
Протокол №9 от 13 мая 2009 г.

ЧАСТЬ 6. НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ **СОМАТО-ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ**

ЛЕКЦИЯ 19. Автономная (вегетативная) нервная система

Функциональная активность нервной системы выражается через сокращение (или расслабление) мышц и секрецию желез. Эти влияния опосредуются через соматическую моторную (двигательную) систему и висцеральную моторную систему (автономную нервную систему). Соматическая моторная система иннервирует произвольную (скелетную, поперечно-полосатую) мускулатуру, в то время как автономная влияет на активность непроизвольной (гладкой, сердечной) мускулатуры и желез. Автономная нервная система часто называется общей висцеральной эфферентной системой, т.к. эффекторы ассоциированы (объединены) с висцеральными системами: кардиоваскулярной (сердечно-сосудистой), пищеварительной, дыхательной, над которыми осуществляется лишь минимальный сознательный контроль.

Основная роль соматической моторной системы - это регулирование координированной мышечной активности, сопряженной с поддержанием позы и локомоторными движениями. Эти функции связаны с установлением согласованности с окружающей средой.

Общая роль автономной нервной системы - регулирование висцеральных функций, которые направлены

на поддержание относительно стабильной внутренней среды организма. К примеру, поддержание (1) кровяного давления, соразмеренного с запросами организма и (2) постоянной температуры тела это и есть функциональные проявления активности автономной нервной системы.

Эти две системы не независимы, они постоянной взаимодействуют. Например, при падении температуры тела, соматическая нервная система отвечает генерированием тепла путем сокращений произвольной мускулатуры (дрожь), а автономная нервная система стимулирует констрикцию (сужение) кожных кровяных сосудов для уменьшения потери тепла через излучение. Вообще соматическая нервная система реагирует быстро на стимуляцию, в то время как автономная нервная система отвечает с несколько большей временной задержкой.

Главное отличие висцеральной рефлекторной дуги от соматической рефлекторной дуги состоит в том, что в висцеральной дуге эфферентный выход представлен двумя нейронами (Рис. 51):

- **преганглионарным** (расположен до ганглия)
- **постганглионарным** (расположен после ганглия).

В автономном эфферентном выходе два синаптических переключения, в каждом высвобождается свой нейротрансмиттер.

Эти две системы значительно различаются по анатомической организации конечной нейрональной связи между центральной нервной системой и находящимися на

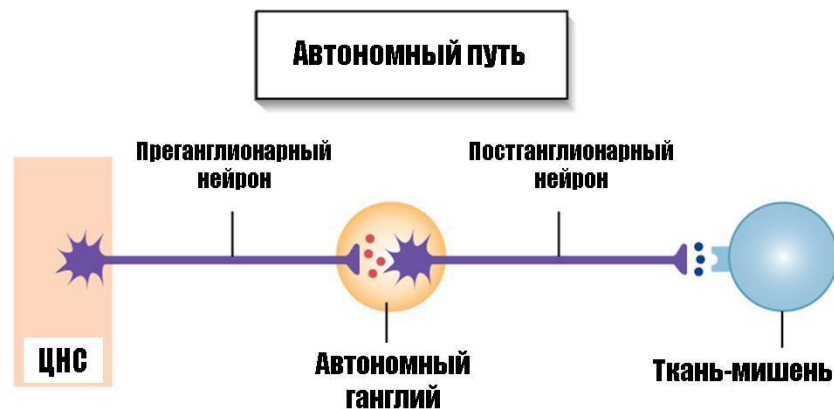


Рисунок 51. Эфферентный выход автономной нервной системы

периферии эффекторами (органами, на которые оказывается действие). Соматическая нервная система имеет одонейронное соединение (альфа- и гамма-мотонейроны), а автономная нервная система имеет двунейронное соединение. От своего клеточного тела в стволе мозга или спинном мозге каждый соматический нижний мотонейрон посылает аксон, который проходит в составе черепного или спинного нерва и образует синаптические контакты (моторные концевые пластинки) с произвольными мышечными волокнами.

В противоположность тому, в автономной нервной системе первый нейрон (преганглионарный) происходит из ствола мозга или спинного мозга и посылает аксон, который проходит в составе черепного и спинного нерва и оканчивается, образуя синапс на втором нейроне (или

нейронах), находящемся в автономном ганглии. Вторым нейрон (постганглионарный) посылает аксон, который уходит на периферию и оканчивается на гладких мышцах, сердечных мышцах или железах. По общепринятому мнению, автономная нервная система считается моторной - общей висцеральной эфферентной моторной системой.

В автономной нервной системе также имеет свои структурные особенности синаптический контакт с эффектором, например с гладкой мускулатурой кишечника. Синаптические контакты здесь множественные, разветвленные, широко охватывающие гладкую мускулатуру (Рис. 52). Нервные терминали образуют множество варикозных расширений.

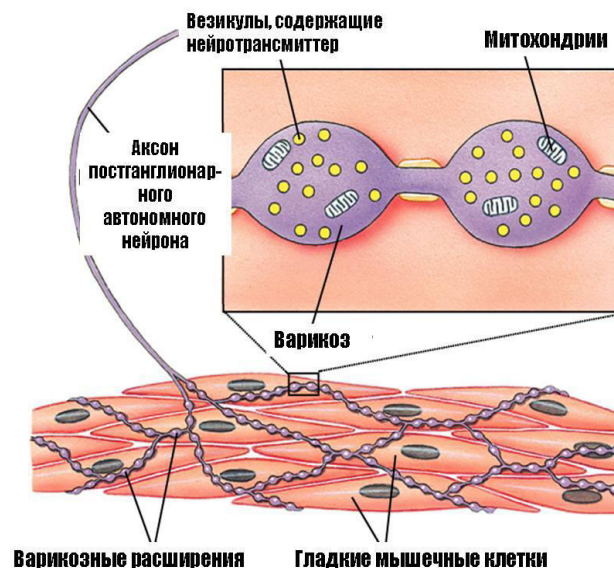


Рисунок 52. Множественная иннервация гладкой мускулатуры

Сами гладкомышечные клетки сокращаются несколько иным способом по сравнению со скелетной (поперечно-полосатой мускулатурой (Рис.23). Такая особенность обусловлена характером расположения внутриклеточных сократительных элементов (белков).

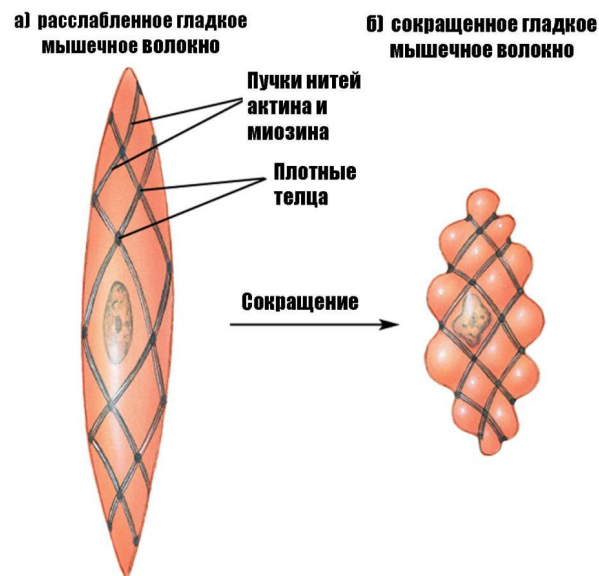
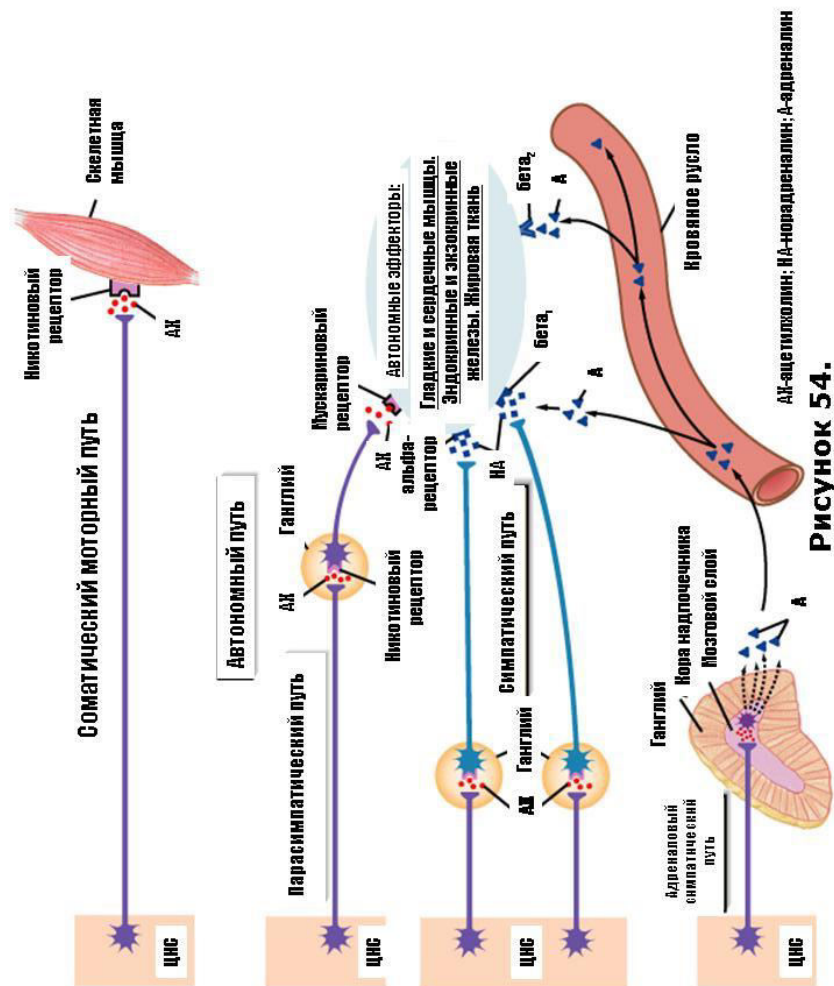


Рисунок 53. Особенности сократительной активности гладкой мышечной клетки.

Клетки мозгового вещества надпочечников - фактически специализированные постганглионарные нейроны. Преганглионарные холинергические волокна от Т6 до Т9 (грудные) стимулируют адреналовые хромафинные клетки, чтоб вызвать выброс норадренина и эpineфрина в циркуляторную систему (в

кровеноток), которая распространит эти нейросекреторные вещества по всему телу.

Гормоны, выделяемые мозговым веществом надпочечников, действуют ассоциировано с нейротрансмиттером симпатической нервной системы. Как известно, в нервных терминалях постганглионарных нейронов симпатической нервной системы выделяется норадреналин (норэпинефрин).



ЛЕКЦИЯ 20. Подразделения автономной нервной системы

Автономную нервную систему подразделяют на две системы: **симпатическую** и **парасимпатическую**.

Симпатическая нервная система стимулирует те виды активности, которые мобилизуются организмом в критической и стрессовой ситуации, так называемые "борьба, испуг и бегство" ответы. Они включают увеличение частоты и силы сердцебиений, повышение концентрации глюкозы в крови и повышение кровяного давления.

В противоположность тому, парасимпатическая система стимулирует те виды активности, которые связаны с сохранением и восстановлением ресурсов организма. Они включают снижение частоты сердцебиений и повышение гастроинтестинальной (желудочно-кишечной) деятельности, связанной с увеличением пищеварения и всасывания пищи.

Симпатическая система также называется тораколумбарной (грудинно-поясничной) или адренергической системой, потому что (1) ее преганглионарные волокна выходят из всех торакальных (грудных) сегментов и верхних двух люмбарных (поясничных) (от T1 до L2), а (2) нейросекреторный трансмиссер (медиатор), выделяемый ее постганглионарными волокнами - норэпинефрин (норадреналин).

Парасимпатическая нервная система также называется краниосакральной (черепно-крестцовой) или холинергической, потому что (1) ее преганглионарные волокна выходят в составе черепных нервов (III-глазодвигательного, VII-лицевого, IX-языкоглоточного, X-блуждающего, черепного корешка XI-спинного добавочного нерва), а также из сакральных (крестцовых) спинных сегментов (от S3 до S4), а (2) нейросекреторный трансмиссер, выделяемый постганглионарными волокнами – ацетилхолин (Рис. 5).

Энтерическая (кишечная) считается западными специалистами третьим отделом автономной нервной системы. А.Д. НОЗДРАЧЕВ выделяет метасимпатическую систему, регуляторное действие которой осуществляется на внутриорганном уровне, внутри функциональных систем. Рефлекторные дуги могут замыкаться внутри метасимпатической системы. Переключение на эффекторный нейрон происходит на внутримуральных (внутриорганных) ганглиях.

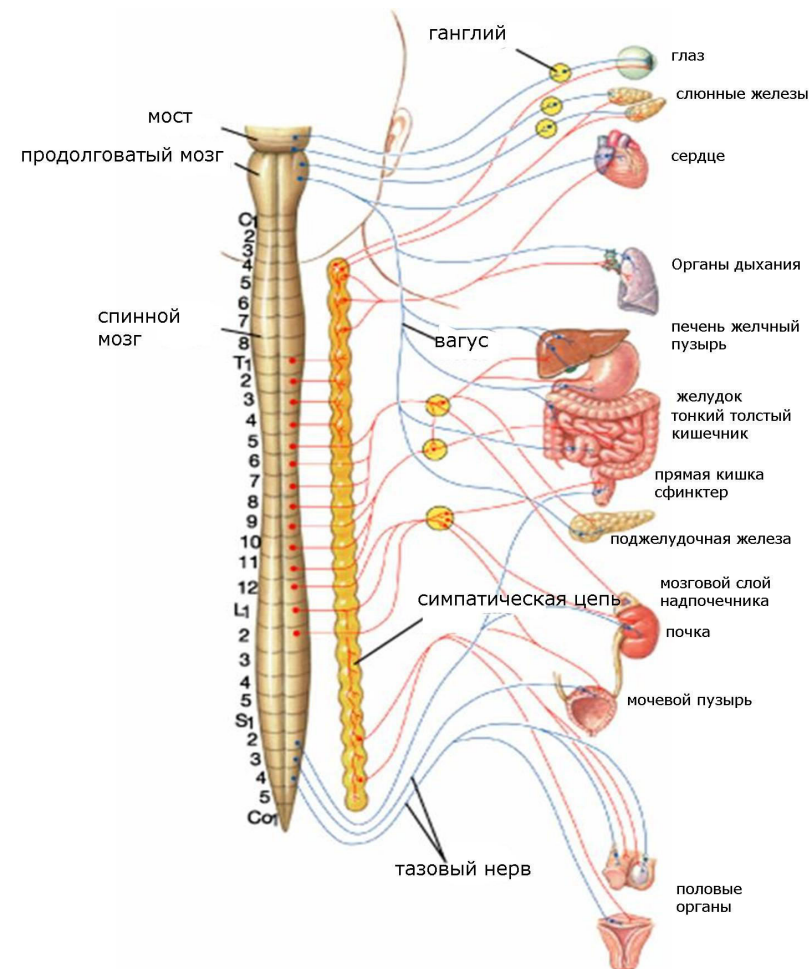


Рисунок 55. Проекционные пути симпатической и парасимпатической составляющих автономной (вегетативной) нервной системы

20.1. Симпатическая (торако-люмбарная) система

Преганглионарные волокна симпатической системы исходят от клеточных тел нейронов, локализованных (находящихся) в интермедиолатеральном (межсреднебоковом) ядре VII-го слоя, которое распространяется от сегмента T1 (грудного¹) до L2 (поясничного²). Эти волокна проходят через вентральные (брюшные) корешки (здесь они относятся к тораколюмбарному выходу) спинных нервов, образуют белые (с миелиновой оболочкой) ветви и симпатический ствол. После ветвления они заканчиваются, образуя синапсы, либо внутри (1) паравертебральных (околопозвоночных) ганглиях симпатической цепи, либо (2) превертебральных (коллатеральных) ганглиях. Паравертебральные ганглии симпатической цепи (ствола), которые располагаются вдоль центра позвоночного столба от верхних цервикальных (шейных) до копчиковых (копчиковых) сегментов, принимают ветви исключительно от тораколюмбарного симпатического выхода. Спаренные симпатические цепи встречаются в срединной линии терминального (конечного) ганглия копчика.

Превертебральные ганглии находятся в брюшной полости по соседству с брюшной аортой и их главные узлы - солнечное сплетение, аортикоренальный (аортикопочечный), верхний и нижний брыжеечный (распространяются от T6, грудной⁶, до L2, поясничного², сегментов).

Постганглионарные волокна от клеток в паравертебральных ганглиях выходят в составе (1) серых (лишенных миелина) ветвей и спинных нервов до окончания в потовых железах, гладких мышцах кровяных сосудов и волос (выпрямителях волоска) поверхности тела и конечностей или (2) малых нервов и периваскулярных (околососудистых) сплетений к висцеральным структурам головы, шеи и груди (мышца расширения зрачка, сердца, бронхиол). Постганглионарные волокна от клеток в превертебральных ганглиях формируют периваскулярные (околососудистые) сплетения, иннервирующие брюшные и тазовые внутренние органы.

В общем, симпатический выход распределяется следующим образом: в грудном отделе

- от T1 до T5 - к голове и шее,
- от T1 до T2 - к глазам,
- от T2 до T6 - к сердцу и легким,
- от T6 до L2 (поясничный) - к внутренним органам

брюшной полости

- и от L1 до L2 - к мочевой, генитальной (половым органам) и нижней пищеварительной системам.

Нейротрансмиттер, выделяемый преганглионарными нервными терминалями (окончаниями), - **ацетилхолин**, который быстро деактивируется (делается неактивным) холинэстеразой.

Нейротрансмиттер, выделяемый постганглионарными нервными терминалями, **норэпинефрин** (норадреналин, левартеренол), который деактивируется медленно

моноаминоксидазой (МАО) и катехол-о-метилтрансферазой (КОМТ) или захватывается обратно нервными терминалями. МАО локализуется интрацеллюлярно (внутриклеточно), в то время как КОМТ обнаруживается экстрацеллюлярно (внеклеточно).

Симпатическая система структурно и функционально организована так, чтобы оказывать действие на широко представленные области тела или даже на все тело в течение длительного периода времени. Каждый преганглионарный нейрон имеет относительно короткий аксон, который образует синапс с множеством постганглионарных нейронов, каждый из которых имеет длинный ветвящийся аксон, образующий многочисленные нейроэффektorные соединения на широко представленных площадях. Широко распространенный и стойкий эффект симпатической системы обеспечивается медленной деактивацией норэпинефрина и системному распределению норэпинефрина и эпинефрина, выделенных мозговым веществом надпочечников (Рис.6.).

20.2. Парасимпатическая (кранио-сакральная) нервная система

Краниальная (черепная) часть парасимпатической системы ассоциирована с (1) четырьмя черепными нервами (III-глазодвигательный, VII-лицевой, IX-спинной добавочный и X-блуждающий), которые обеспечивают

парасимпатическую иннервацию головы и груди, а также большинство внутренних органов брюшной полости. (2) Сакральная (крестцовая) часть спинного мозга обеспечивает иннервацию нижних внутренних органов брюшной и тазовой полостей. Поверхность тела и конечности не имеют парасимпатической иннервации.

От клеточных тел нейронов - добавочного глазодвигательного ядра Эдингер-Уэстфал (Edinger-Westphal, в среднем мозге) преганглионарные волокна проходят в составе III-го черепного нерва и оканчиваются в ресничном ганглии, переключаясь на постганглионарные нейроны, которые иннервируют мышцы сфинктера (сжимателя) зрачка и слезные мышцы, вовлекаемые в работу при аккомодации (фокусирование оптической системы глаза).

- верхнего слюнного ядра преганглионарные волокна проходят в составе VII-го черепного нерва и оканчиваются в крылонебном и подчелюстном ганглиях, переключаясь на постганглионные нейроны, которые иннервируют многочисленные железы в области головы, включая слезную, подчелюстную и подъязычную, а также железы носовой, ротовой и глоточной полостей.

- нижнего слюнного ядра преганглионарные волокна проходят в составе IX-го нерва и оканчиваются на слуховом ганглии, переключаясь на постганглионарные нейроны, которые иннервируют околоушную железу.

- дорсального ядра блуждающего нерва преганглионарные волокна проходят в составе X-го

черепного нерва и образуют синапсы в терминальных (конечных) ганглиях, локализованных вблизи или внутри внутренних органов, на постганглионарных нейронах, которые иннервируют внутренние органы грудной и брюшной полостей (сердце, легкие и желудочно-кишечный тракт).

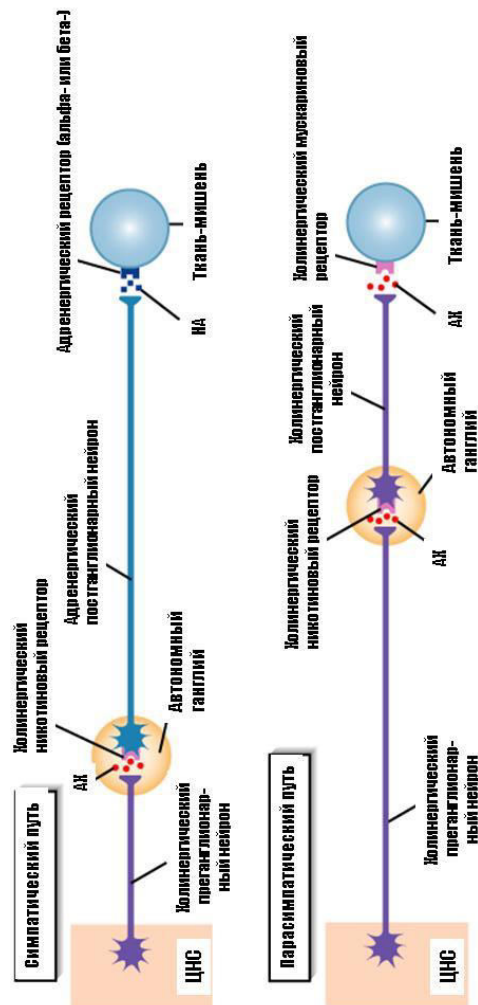


Рисунок 56.

АХ-ацетилхолин; НА-норадреналин

Сакральная (крестцовая) часть парасимпатической системы происходит от клеточных тел нейронов серого вещества сакральных сегментов от S2 до S4. Эти преганглионарные нейроны проходят в составе тазового и чревного нервов, образуя синапсы в терминальных ганглиях на постганглионарных нейронах, которые иннервируют нижние органы брюшной и тазовой полостей (внутренние органы дистального столба и левого коленного сплетения, мочевые и половые органы). Сакральный парасимпатический выход вовлекается в «механизмы опорожнения» - мочеиспускание и дефекацию.

В общем, парасимпатическая система имеет преганглионарные волокна из длинных аксонов, которые образуют синапсы на нескольких постганглионарных нейронах с волокнами из коротких аксонов. Нейротрансмиттерное вещество, секретируемое в терминалах (окончаниях) как преганглионарных, так и постганглионарных нейронов - **ацетилхолин**.

Парасимпатическая система изначально организована для ответа на специфический стимул в локализованных и отдельных областях коротко в течение короткого периода. Каждый преганглионарный нейрон имеет длинный аксон, образующий синапсы на нескольких постганглионарных нейронах с короткими аксонами. Поэтому, действия проявляются на малых площадях. Быстрая деактивация ацетилхолина ацетилхолинэстеразой ограничивает период времени, в течение которого

определенное количество ацетилхолина эффективно (способно оказывать действие).

Ответ специфического эффектора на специфический нейротрансмиттер не определяется только нейротрансмиттером, природа рецепторов на эффекторе тоже имеет значение для предполагаемого ответа на стимул. Ответ эффектора определяется природой нейротрансмиттер-рецепторного связывания. К примеру, норэпинефрин стимулирует сокращение гладких мышц артериол (сосудистое сужение) и расслабление гладких мышц бронхиальных трубочек (трубочковое расширение) в легких. Различные эффекты одной и той же нейросекреции (медиатора) объясняются различиями в природе рецепторов гладких мышц. И, наоборот, различные нейротрансмиттеры могут стимулировать различные эффекторы, которые ответят одинаково. К примеру, лучевая мышца радужной оболочки глаза сокращается при стимулировании норэпинефрином, в то время как сфинктерная (сжимательная) мышца радужной оболочки сокращается при стимулировании ацетилхолином, и те и другие гладкие мышцы глаза.

Двойственная иннервация органов как симпатической, так парасимпатической в общем существует, но не всюду.

(1) Сердце имеет действительно двойственную (реципрокную) иннервацию, симпатическая повышает, а парасимпатическая понижает частоту сердцебиений.

(2) Слюнные железы стимулируются синергично, симпатические влияния дают секрецию густого, вязкого секрета, а парасимпатические дают обильную водянистую секрецию.

(3) Констрикция (сужение) и дилатация (расширение) зрачка служит примером активности, которая является результатом стимуляции разных групп мышц. Зрачок глаза расширяется, когда лучевые (расширители) мышцы (иннервированные только симпатическими волокнами) стимулированы симпатическими влияниями. Сужается зрачок, когда сфинктерные (суживатели) мышцы (иннервированные только парасимпатическими волокнами) стимулированы парасимпатическими влияниями.

(4) Некоторые структуры иннервируются только одной системой, мышцы волос (когда наблюдается гусинная кожа) и потовые железы стимулируются только симпатическими влияниями.

Структура	Симпатическое влияние	Парасимпатическое влияние
Глаз		
Лучевая мышца радужной оболочки	Стимулирует сокращение (расширяет зрачок, мидриазис)	—
Сфинктерная мышца радужной оболочки	—	Стимулирует сокращение (сужает зрачок, миозис)
Ресничная мышца	Расслабляет (аккомодация для дальнего видения)	Сокращает (аккомодация для близкого видения)

Железы головы		
Слёзная железа	—	Стимулирует секрецию
Слюнные железы	Скудная, густая, вязкая секреция	Обильная водянистая секреция
Сердце		
Частота	Повышает	Снижает
Сила сокращений	повышает	Снижает
Кровяные сосуды	В общем, сужает* (вазоконстрикция)	Расслабляет стенку сосуда
Лёгкие		
Бронхиальные трубочки	Расширяет просвет	Сужает просвет
Бронхиальные железы	—	Стимулирует секрецию
Желудочно-кишечный тракт		
Моторика и тонус	Тормозит (ингибирует)	стимулирует
Сфинктеры	Стимулирует сокращение (сужает)	Тормозит сокращение (расслабляет)
Секреция	Тормозит (ингибирует)	Стимулирует
Желчный пузырь и проток	Тормозит (ингибирует)	стимулирует
Печень	Повышает гликогенолиз (расщепление гликогена до глюкозы)	—
Мозговое вещество надпочечников	Стимулирует выделение адреналина (эпинефрина) и норадреналина (норэпинефрина)*	—
Половые органы	Вазоконстрикция	Вазодилатация

	(сужение сосудов), сужающих протоков, семенных пузырьков и сокращение мускулатуры простаты (эякуляция)	(расширение сосудов), эрекция
Кожа		
Потовые железы	Стимулирует секрецию*	—
Кровяные сосуды	Сужает	Слабый эффект
НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ		
Нейротрансмиттер в нервных окончаниях постганглионарного нейрона	Обычно норадреналин (норэпинефрин)	Ацетилхолин
Иннактивация нейротрансмиттера	Медленная. Осуществляется обратный захват	Быстрая
Усиление эффекта в организме	Секреция адреналина и норадреналина мозговым слоем надпочечников (адреналовых желёз)	—

**Исключения:* некоторые постганглионарные нейроны симпатической нервной системы являются холинергическими. Симпатическая нейроэффекторная трансмиссия (передача), опосредуемая ацетилхолином, включает (1)-некоторые кровяные сосуды в скелетных мышцах и (2)-большинство

потовых желез. Потовые железы ладоней иннервируются норадренергическим волокнами. Мозговое вещество надпочечников иннервируется преганглионарными холинергическими симпатическими нейронами.

20.3. Энтеральная (кишечная) нервная система

Нейронная сеть и узлы гастроинтестинального (желудочно-кишечного) тракта ныне считаются отдельным подразделением автономной нервной системы и называется *энтерической нервной системой*. Ключевая черта энтерической нервной системы – это ее анатомическая и физиологическая независимость, которая может работать даже тогда, когда полностью лишена иннервации от центральной нервной системы. По сути симпатическая и парасимпатическая иннервация модулирует и регулирует, но не контролирует кишечную область. Более того, эта система чрезвычайно сложна. Парасимпатические вагусные (блуждающего нерва) эфферентные волокна, подходящие к кишечнику обильно ветвятся, давая около 2000 вагусных волокон, и все-же у человека, здесь еще может быть до 100 миллионов ганглионарных клеток в тонком кишечнике – грубо эквивалентно числу тел клеток в спинном мозге. Как предполагается, в кишечнике имеется до 8-10 различных типов нейронов, выделяющих до 20 различных нейротрансмиттеров внутри этой системы.

Энтеральная нервная система включает в себя внутреннюю нейронную сеть, имеющую чувствительные нейроны, интернейроны (вставочные) и моторные нейроны. Мотонейроны фактически являются постганглионарными парасимпатическими нейронами, которые получают нейрональные влияния от

(1) собственных внутренних чувствительных нейронов и интернейронов внутри кишечника и от

(2) преганглионарных парасимпатических нейронов. Внутренние чувствительные нейроны, тела которых локализованы в подслизистой, получают входные сигналы от их дендритных отростков в слизистой. Эти нейроны имеют аксоны, которые взаимодействуют с интернейронами и постганглионарными нейронами узла подслизистой (МЕЙССНЕРА, MEISSNER) и миэнтерического (в мышечном слое) узла (АУЕРБАХА, AUERBACH).

Эта внутренняя нейронная сеть это интегрирующий комплекс, который проявляет возбуждающие и тормозные влияния на гладкие мышцы мышечного слоя слизистой и внешнего мышечного слоя.

Чувствительные нейроны могут инициировать координированные перистальтические рефлексy в кишечном тракте. Эта нейронная сеть включает компоненты определенных внутренних рефлексорных путей. По "закону кишечника" стимуляция кишки вызывает сокращение сверху точки приложения стимула и расслабление снизу. Этот перистальтический рефлекс облегчается при умеренном растяжении. Торможение интестинального тонуса

(напряжения мышц кишечника) и моторики, произведенные растяжением некоторых частей кишки, называются *интестино-интестинальным ингибиторным (тормозным) рефлексом*. Кроме того, миогенная гладкомышечная активность модулируется внешними возбуждательными (парасимпатическими) и тормозными (симпатическими) волокнами.

ЛЕКЦИЯ 21. Гипоталамо-гипофизарная система как высший центр гуморальной регуляции функций

21.1. Роль гипоталамуса в регуляции вегетативных функций

Гипоталамус это главный субкортикальный (подкорковый) центр, регулирующий все виды висцеральной деятельности и некоторые соматические функции. Он действует изначально как модулятор автономных центров ствола мозга и спинного мозга.

Передний гипоталамус (преоптический и супраоптический регионы) играет роль возбуждения парасимпатической (или торможения симпатической) системы. Стимуляция этих областей может производить снижение частоты сердцебиений, снижение кровяного давления, дилатацию (расширение) сосудов кожи, повышение моторики, перистальтики и секреции в желудочно-кишечном тракте, констрикцию (сужение) зрачка и повышение потоотделения. Деятельность этих областей производит парасимпатический (вагусный) тонус и такую соматическую реакцию как одышка. Повреждения в этой области ведет к производству симпатических эффектов.

Задний гипоталамус играет роль возбуждения симпатических влияний. Деятельность этой области может производить повышение частоты сердцебиений, повышение кровяного давления, сужение кровяных сосудов кожи, снижение моторики, перистальтики и секреции в

желудочно-кишечном тракте, дилатацию (расширение) зрачка и поднятие волос. Деятельность этой области производит симпатический тонус и такие соматические реакции как дрожание, побег или борьбу.

Функции гипоталамуса это, в первую очередь, гомеостатические - поддержание относительно постоянной внутренней среды организма. Его активность проявляется через автономную нервную систему, эндокринную систему и соматическую моторную систему. Эти влияния широко распространяются и даже вовлекаются в формирование эмоций и поведения.

4-х граммовый гипоталамус локализуется в базальной части промежуточного мозга (диэнцефалона) вблизи 3-го желудочка. В своей ростокаудальной (по направлению от головы к хвосту) протяженности от терминального слоя до среднего мозга гипоталамус подразделяется на ядра и четыре главных области:

(1) ростральная или преоптическая область;

(2) супраоптическая область, локализованная над зрительной хиазмой (перекрест зрительных нервов);

(3) бугорная область (область *tuber cinereum* (серого бугра) пролегает от зрительной хиазмы до мамиллярного тела) и

(4) каудальная или мамиллярная область, которая достигает центрального серого вещества среднего мозга.

Гипофиз (гипофизарная железа) залегает вентральнее (в сторону живота) бугорной области.

Некоторые важные гипоталамические ядра включают в себя:

- супрахиазматическое ядро преоптической области,
- паравентрикулярное ядро и
- супраоптическое ядро супраоптической области,
- латеральные (боковые) и вентральные (брюшные) медиальные (срединные) ядра бугорковой области и
- мамиллярных ядер мамиллярной области.

Гипофиз (гипофизарная железа) включает в себя две главных подразделения - **аденогипофиз** (эпителиальная структура) и **нейрогипофиз** (нейрональная структура).

В гипоталамусе вырабатываются так называемые релизинг-факторы гормонов гипофиза ("релизинг" значит "освобождение"), т.е. факторы, которые способствуют выделению гормонов гипофиза. Также в гипоталамусе секретируются ингибитинг-факторы ("ингибитинг" значит "подавление"), факторы, которые способствуют подавлению выделения гормонов гипофиза.

Эти две части гипофиза имеют различное происхождение. Аденогипофиз развивается как выпячивание эмбриональной глотки, в то время как нейрогипофиз происходит вырост из области нейрональной трубки, давая возвышение к гипоталамусу. Аденогипофиз включает в себя дистальную часть (переднюю долю), бугорковую часть и промежуточная часть. В аденогипофизе широко ветвится гипофизарная портальная кровеносная система (Рис. 7а). По

этой локальной (местной) кровеносной системе гормоны гипоталамуса достигают переднего гипофиза.

Нейрогипофиз включает в себя срединное возвышение, серый бугор, ствол воронки, отросток воронки (нервную часть, нейрональную долю) (Рис. 76).

Срединное возвышение, которое пролегает от зрительной хиазмы до ствола воронки, отличается от остальных частей гипоталамуса. Срединное возвышение и ствол воронки известны как **гипофизотропная область**, где рилизинг-гормоны (либерины), чье выделение вызвано нейронально, передаются в гипофизарную кровеносную портальную систему.

Функции гипоталамуса, в первую очередь, проявляются в регуляторных и модулирующих центрах. Регуляторный (интегративный) центр это ключевой центр контроля, который имеет значение для выполнения специфических функций.

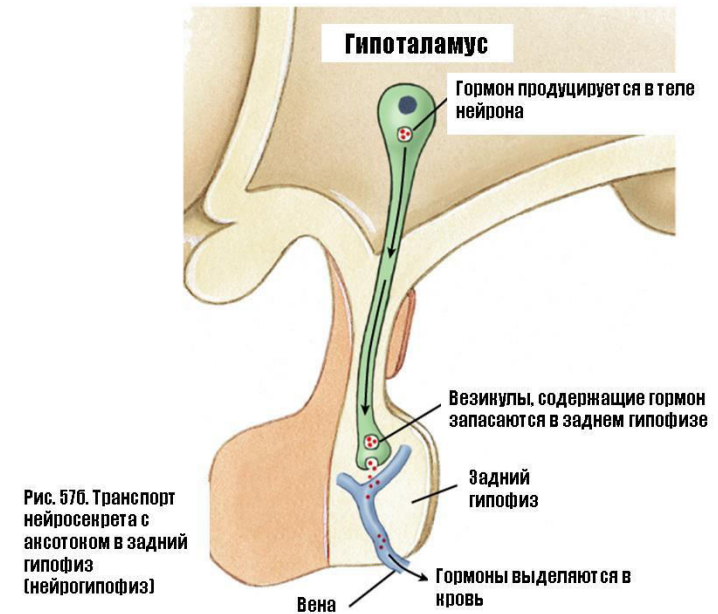
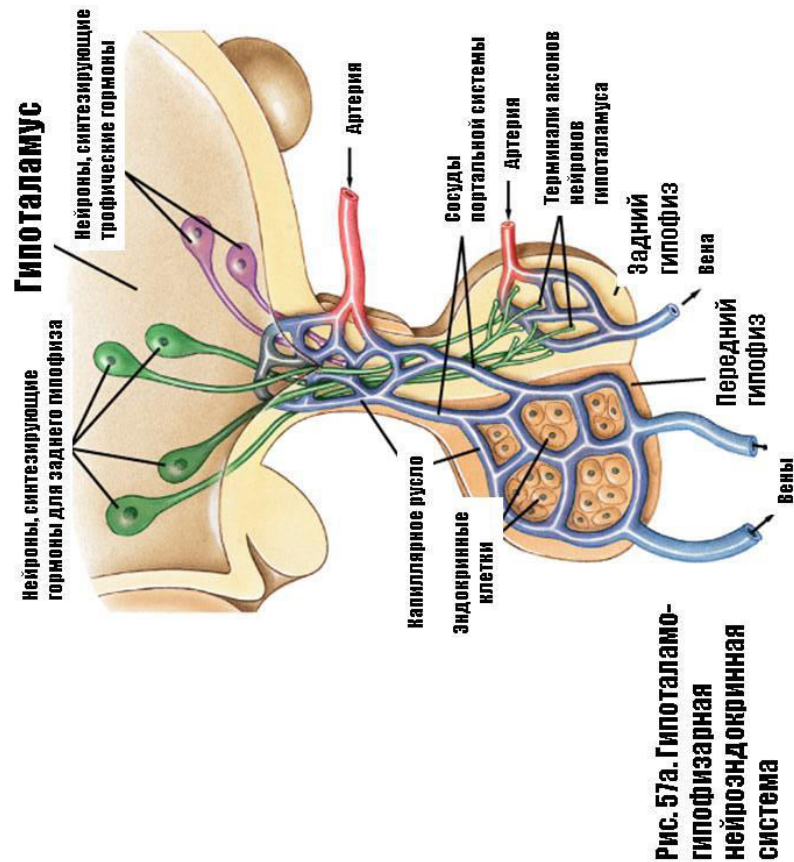
Один из примеров это **"термостатный" мониторинг** (слежение за постоянством температуры) или контроль температуры тела, который осуществляется центром, локализованным в гипоталамусе. Модулирующий центр это ядерный пул, который влияет на регуляторный центр. Это не жизненно важно для специфических функций. Гипоталамус может влиять на регуляторные центры в стволовой части. Через эти функции гипоталамус оказывает влияния на поведенческие реакции как в висцеро-моторной, так и в соматомоторной сферах.

Гипоталамус интегрируется (включается) в определенные нейрогуморальные рефлексy, в которых два отдельных тракта простираются от гипоталамуса до гипофиза. Нейроны этих трактов (путей) вовлекаются как в нейронально, так и гуморально передаваемые стимулы.

Бугорно-гипофизарный тракт проецируется от гипоталамических ядер, локализованных в гипофизотропной области в медиальном базальном гипоталамусе (включая серый бугор) и оканчивается в стволе воронки. Нейроны этого тракта вырабатывают и переправляют гипофизотропные гормоны (гипоталамические рилизинг-гормоны) в капиллярные петли гипофизарной портальной системы и через эту сосудистую систему в аденогипофиз гипофизарной железы.

Эти гипофизотропины являются пептидами, которые оказывают своё влияние на выделение (или невыделение) различных гипофизарных гормонов в системный кровоток. Эти пептиды также известны как рилизинг-гормоны («высвобождающие» гормоны), которые включают

следующие:



рилизинг (способствующие выделению)-либерины

1. Лютеинизирующего гормона релизинг-гормон (ЛГРГ), который регулирует высвобождение фолликулостимулирующего гормона и лютеинизирующего гормона из гипофиза. Более подходящее название могло бы быть - гонадотропный релизинг-гормон (ГРГ).

2. Тиротропного гормона релизинг-гормон (ТРГ), который регулирует высвобождение тиротропина (триоидстимулирующий гормон, ТСГ) из гипофиза.

3. Кортикотропин релизинг-гормон (КРГ), который регулирует высвобождение адренотропного гормона (адренотропного гормона, АКТГ) из гипофиза.

4. Гормона роста релизинг-гормон (ГРРГ), который регулирует высвобождение гормона роста из гипофиза.

5. Пролактина релизинг-гормон (ПрРГ), который стимулирует выработку пролактина.

6. Меланоцитстимулирующего гормона релизинг-гормон (МСГ РГ), который стимулирует выработку меланоцитстимулирующего гормона в промежуточном гипофизе.

ингибитинг (подавляющие выделение) - статины

1. Соматостатин (СС), также называемый соматотропина ингибитинг-гормон (подавляющий-гормон, СТ ИГ), который действует подавляюще на высвобождение гормона роста из гипофиза.

2. Дофамин (ДА) или пролактин ингибитинг-гормон (подавляющий-гормон, ПриГ), который действует подавляюще на высвобождение пролактина из гипофиза.

3. Меланоцитстимулирующего гормона ингибитинг-гормон (МСГ ИГ)

Сложные серии систем обратных связей ("feed-back") в гипоталамусе и гипофизе играют важную роль в регуляции и контроле секреторной активности этих гормонов. Они включают:

(1) длинную петлю обратной связи, в которой гипоталамус контролирует содержание гормонов, синтезированных периферическими органами-мишенями

(такими как: тироксин, выделяемый щитовидной железой, путем обратной связи контролируется гипоталамусом);

(2) короткую петлю обратной связи, в которой каждый тропный гормон гипофизарной железы путем обратной связи контролируется гипоталамусом;

(3) еще более короткую петлю обратной связи, в которой релизинг-гормоны путем обратной связи контролируются гипоталамусом и

(4) петлю обратной связи, в которой каждый тропный гормон внутри ткани путем обратной связи контролируется гипофизом, чтоб влиять и регулировать те же тропные гормоны (такой как: гормон роста).

Все из гипофизотропных гормонов изначально находятся в гипоталамусе. Они также находятся в тканях желудочно-кишечного тракта. Вазоактивный интестинальный пептид (сосудоактивный кишечный пептид, ВИП), который был изначально идентифицирован (распознан) в кишке, также находится в центральной нервной системе. Роль гипофизотропных гормонов в этих органах еще не до конца ясна. К тому же, рецепторы для этих веществ были найдены во многих периферических органах, но не ясно до конца какую роль эти пептиды играют.

В задний гипофиз из гипоталамуса поступают *окситоцин* и *вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ)* (Рис. 76). Эти гормоны транспортируются по нервным окончаниям с аксоном, из заднего гипофиза попадают в кровь. Окситоцин стимулирует сокращение мускулатуры матки. Рефлекторно

раздражение соска стимулирует выработку окситоцина. Вазопрессин обеспечивает задержку воды в организме за счет усиления её реабсорбции в собирательных трубках почек. Таким образом, регулирует водно-солевой обмен. Задержка воды необходима в случае повышения концентрации солей в организме, т.е. при повышении осмолярности крови, например, при употреблении солёной, острой, сладкой пищи и питья.

21.2. Функциональная роль гипофиза

Гипофиз подразделяется на передний (аденогипофиз) и задний (нейрогипофиз). Передний гипофиз это железистая доля, а задний – нервная. В переднем гипофизе вырабатывается семь гормонов, четыре из них действуют на эндокринные железы (тропные гормоны), а три воздействуют на активность органов и тканей (эффекторные гормоны).

Тропные гормоны

1. Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ).
2. Лютеинизирующий гормон (ЛГ).
3. Тиротропный гормон (ТТГ).
4. Адренокортикотропный гормон (АКТГ).

Эффекторные гормоны

5. Гормон роста, соматотропный гормон (ГР, СТГ).
6. Пролактин (П).
7. Меланоцитстимулирующий гормон (МСГ).

Определенные клетки в аденогипофизе специализируются на синтезе определенных гормонов. В этих клетках в связи с их высокой синтетической способностью развита эндоплазматическая сеть и аппарат Гольджи.

Фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны объединяются под названием гонадотропные гормоны. Фолликулостимулирующий гормон управляет процессом созревания фолликула в яичниках у самок, семенных канальцев - у самцов. У самцов еще регулирует дифференциацию спермиев.

Лютеинизирующий гормон регулирует процесс овуляции и стимулирует секрецию половых гормонов в яичниках и семенниках. Гонадотропные гормоны действуют совместно.

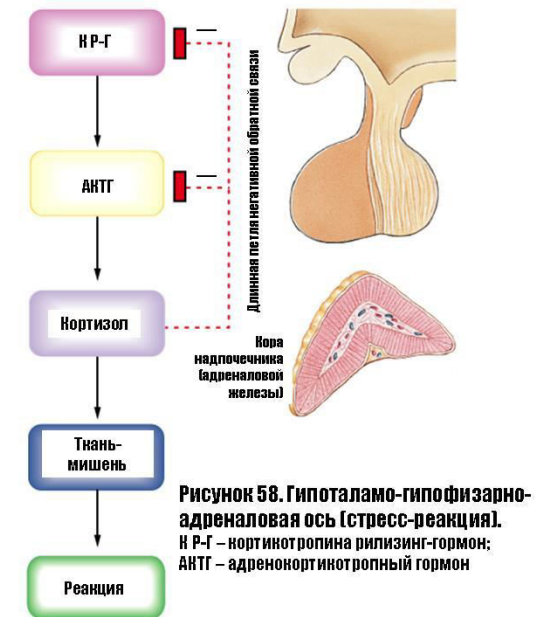
Тиротропный гормон стимулирует активность щитовидной железы. Выработку и выделение в ней гормонов: тетраиодтиронина (Т4, тироксина) и трииодтиронина (Т3).

Адренокортикотропный гормон (АКТГ) играет важную роль в мобилизации жизненных ресурсов организма в экстремальной ситуации, т.е. запуске стресс-реакции (Рис. 58). Этот гормон включается в так называемую гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальную ось. Сигналы из внешней и из внутренней среды организма, а также от высших отделов центральной нервной системы воспринимаются клетками гипоталамуса. Здесь стимулируется синтез и выделение релизинг-гормона

адренокортикотропного гормона. Гипоталамический релизинг-гормон способствует выработке адренокортикотропного гормона, а гипофизарный гормон стимулирует активность клеток коры надпочечников. В пучковом и сетчатом слое коры надпочечников вырабатываются кортикальные стероидные гормоны или глюкокортикоиды.

Гормон роста или **соматотропный гормон** стимулирует рост тканей тела. При его усиленной выработке в молодом возрасте наблюдается гигантизм, в зрелом - акромегалия. Акромегалия характеризуется разрастанием тканей дистальных частей конечностей: стоп, кистей рук, в том числе нижней челюсти, носа, ушей. Гормон роста имеет анаболический эффект, т.е. способствует усилению белкового синтеза.

Соматотропин также способствует увеличению концентрации глюкозы в крови за счет усиления глюконеогенеза. Глюконеогенез - процесс образования глюкозы из аминокислот.



Регуляция выработки гормона роста обеспечивается как релизинг-гормоном, так и ингибитинг-гормоном, оба вырабатываются в гипоталамусе. На клетки гипоталамуса действуют высшие отделы центральной нервной системы, а также состав энергетических субстратов (содержание глюкозы, жирных кислот, аминокислот) в омывающей крови.

Выработка гормона роста усиливается в периоде медленноволнового сна. Эту фазу сна связывают с интенсификацией процессов восстановления структур тела, т.е. соматического восстановления.

Итак, гуморальная система регуляции осуществляет свою функцию посредством физиологически активных веществ (гормонов). Эти вещества вырабатываются и

выделяются (секретируются) секреторными (железистых) клетках.

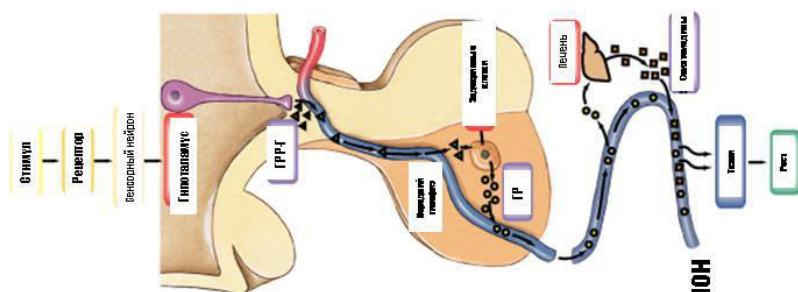


Рисунок 59. Запуск секреции и пути воздействия гормона роста. ГР-Г – гормона роста релизинг-гормон

ЛЕКЦИЯ 22. Функциональная роль желез внутренней секреции (эндокринных)

Гуморальная система регуляции функций организма осуществляется, благодаря работе желез внутренней секреции (эндокринных желез). Железы для выполнения своих функций включают в себя **железистые клетки**. Железистые клетки образуют **железистую ткань** различных желез. В качестве инструмента для исполнения своей регуляторной роли железистые клетки используют определённые гормоны. Важно, что гормон не выполняет функцию, а используется в качестве инструмента для выполнения функций желез. Каждая железа специализируется на выработке определенных гормонов, а каждый гормон оказывает специфическое действие на тот или иной процесс или функцию.

Осуществляя свою регуляторную роль, железы внутренней секреции сами подвергаются регуляции свыше. В регуляции деятельности желез внутренней секреции также проявляется принцип дуализма. Работа этих желез регулируется как симпатической и парасимпатической системами посредством их нейротрансмиттеров, так и гипоталамо-гипофизарной системой. В регуляции выделения гормонов действует принцип **обратной связи**. Если **обратная связь отрицательная**, то имеющаяся концентрация гормона в сосудистом русле способствует подавлению его дальнейшего синтеза. Подавление секреции железы может происходить и из-за повышения

концентрации того вещества, уровень которого регулируется этой железой. В этом состоит опасность применения гормональных препаратов.

Повышение концентрации гормона в крови вызывает подавление секреторной активности соответствующей железы и зависимость организма от применяемого препарата. Работа не всех желез регулируется гормонами гипофиза и не все гормоны гипофиза оказывают действие непосредственно на железу.

22.1. Функциональная роль шишковидного тела (эпифиза)

Шишковидное тело (эпифиз) локализуется в головном мозге в составе заднего эпифаламуса. Оно не имеет никаких нейронных связей с центральной нервной системой. Его собственная иннервация идет через постганглионарные волокна из верхнего цервикального (шейного) ганглия симпатической нервной системы. Было постулировано, эпифиз оказывает своё регуляторное действие, выделяя гормон **мелатонин**.

Мелатонин, продуцируемый в эпифизе, ингибирует (подавляет) определенные биохимические процессы, связанные с половым (сексуальным) созреванием. Выделение мелатонина в детстве обеспечивает поддержание репродуктивной системы в покое. В раннем отрочестве

продуцирование и выделение мелатонина уменьшается, в этот период начинается созревание репродуктивной системы.

Важная роль эпифиза состоит в регуляции работы, так называемых, внутренних биологических часов (Рис. 60). Работа внутренних биологических часов напрямую зависит от смены дня и ночи, поэтому применяя искусственное освещение, мы грубо вмешиваемся в их тонкую работу. Свет солнечный (натуральный) или искусственный воздействует на сетчатку глаза. Благодаря химическим превращениям в фоторецепторах, свет трансформируется в нервный импульс. Нервный импульс передаётся по зрительным нервам. Над зрительным перекрестом (хиазмой) залегает супрахиазматическое ядро гипоталамуса. Это ядро также обеспечивает регуляцию протекания цикла бодрствование-сон. Супрахиазматическое ядро гипоталамуса и эпифиз включаются в единую систему регуляции цикла бодрствование-сон или внутренних биологических часов. Так, эпифиз в ночное время суток усиливает продукцию своего гормона – мелатонина. Значит, в тёмное время суток у человека на фоне повышения продукции мелатонина подавляется половая активность.

Благодаря работе этой системы, мы испытываем желание отойти ко сну, приостановить свою бурную деятельность. Искусственное освещение, телевизор, компьютер в ночное время нарушают работу внутренних часов. Подавляют работу эпифиза. Длительное практикование такого образа жизни приводит к существенным расстройствам как в ЦНС, так и на периферии.

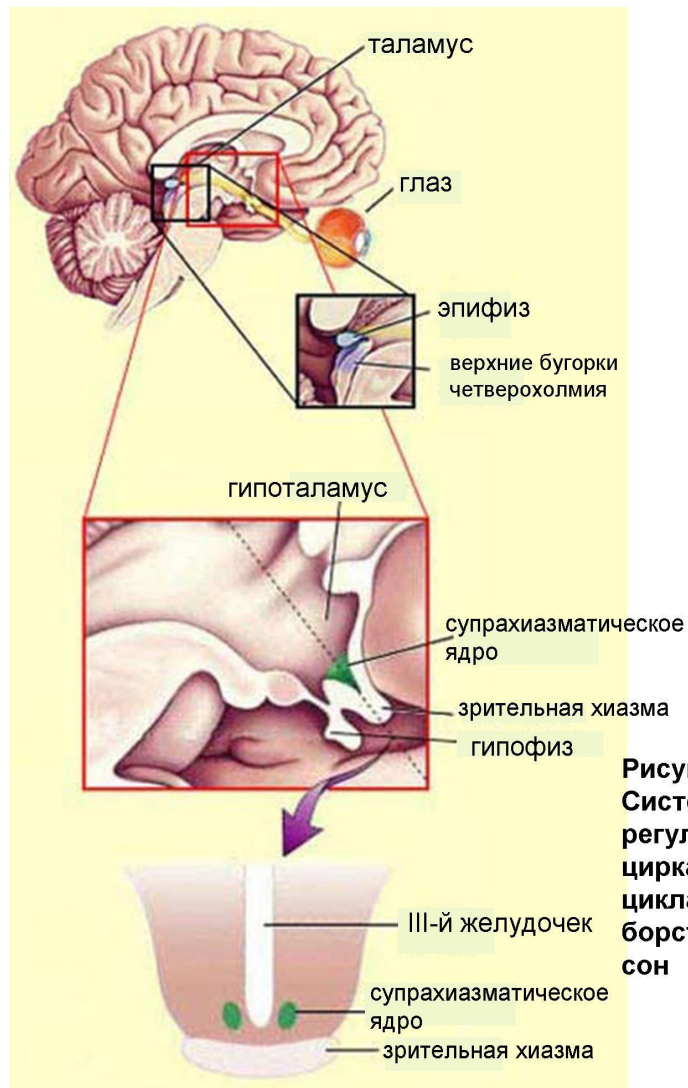


Рисунок 60.
Система
регуляции
циркадианного
цикла
бодрствование-
сон

22.2. Регуляторное действие желез внутренней секреции

Регуляторное действие желез внутренней секреции, в совокупности образующих *эндокринную систему*, осуществляется в тесном взаимодействии друг с другом и в тесной взаимосвязи с нервной системой регуляции. Вся информация из внешней и внутренней среды организма человека поступает в соответствующие зоны коры больших полушарий и другие отделы мозга, где осуществляется её переработка и анализ. От них информационные сигналы передаются в гипоталамус — подбугровую зону промежуточного мозга, и в ответ на них клетки ядер гипоталамуса вырабатывают *регуляторные гормоны (факторы)*. Эти регуляторные факторы поступают в гипофиз и через него оказывают своё регулирующее воздействие на деятельность желез внутренней секреции. Таким образом, гипоталамус выполняет координирующую и регулирующую функции в деятельности эндокринной системы человека.

Железы внутренней секреции (эндокринные) – это железы, которые не имеют выводных протоков. Эндокринные железы секретируют и выделяют физиологически активные вещества (ФАВ, гормоны) во внутреннюю среду организма, т.е. в кровь, лимфу, тканевую жидкость.

По своей химической природе гормоны бывают *пептидные* и *белковые* (инсулин, соматотропин, пролактин и др); *производные аминокислот* (адреналин, норадреналин, тироксин, трийодтиронин); *стероидные* (половые гормоны и гормоны коры надпочечников). Гормоны обладают **ВЫСОКИМ**

физиологическим действием (поэтому вырабатываются в чрезвычайно малых дозах); **специфичностью** действия, **дистантным** воздействием (влияют на органы и ткани, расположенные вдали от места образования гормонов).

Деятельность желез внутренней секреции обеспечивает гуморальную регуляцию *длительно* протекающих процессов (обмена веществ, роста, умственного, физического и полового развития, приспособления организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды); динамического постоянства внутренней среды (гомеостаза), реакций организма на стрессирование.

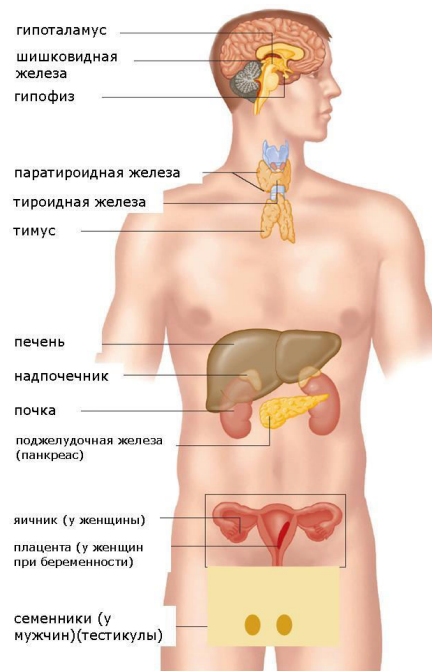


Рис. 61. Расположение желез внутренней секреции: 1 — гипофиз; 2 — эпифиз; 3 — щитовидная железа; 4 — околощитовидные железы; 5 — зобная железа; 6 — надпочечники; 7 — поджелудочная железа; 8 — половые железы.

Поджелудочная железа и половые железы являются железами *смешанной секреции* (эндокринной и экзокринной). Такие смешанные железы вырабатывают не только гормоны, поступающие во внутреннюю среду, но и продуцируют секрет, который выводится по выводным протокам. Таким образом они также выполняют функции желез внешней секреции (экзокринных).

Щитовидная (тироидная) железа (масса 16—23 г) участвует в гуморальной регуляции обмена вещества роста, развития. Для выполнения своих функций синтезирует и выделяет гормоны щитовидной железы (**трийодтиронин и тетрайодтиронин (тироксин), T_3 и T_4**). Название гормонов говорит о количестве атомов йода (I) в их составе. Поступление йода с водой и пищей является необходимым условием нормального функционирования тиреоидной железы. Путём продуцирования и выделения гормонов щитовидная железа регулирует обмен веществ в тканях организма, усиливает окислительные процессы в клетках и расщепление гликогена в печени (гликогенолиз), производит катаболическое действие.

Активность тиреоидной железы обеспечивает регулирование роста, развития и дифференцировки тканей,

а также деятельности нервной системы. Функциональную значимость тиреоидной железы доказывают состояния её **гиперфункции** и **гипофункции** (повышенной и сниженной).

Гиперфункция («базедова болезнь») проявляется как разрастание ткани железы (зоб), пучеглазие (экзофтальм), учащение сердцебиения, повышение возбудимости нервной системы, повышение обмена веществ, потеря веса.

Гипофункция у зрелого человека проявляется в виде слизистого отёка (*микседемы*), снижения обмена веществ и температуры тела, увеличения массы тела, отёчности и одутловатости лица, нарушения психики. Гипофункция в незрелом организме вызывает задержку его роста и развития, формирование карликовости, отставание умственного развития (*кретинизм*).

В организме работает деликатный механизм регулирования активности тиреоидной железы по принципу **отрицательной обратной связи**.

Как известно, сверху из гипоталамо-гипофизарной системы два гормональных фактора активизируют тиреоидную железу: **тиротропина релизинг-гормон** и сам **тиротропин**.

Снизу, т.е. от самой железы, обратную связь обеспечивают три- и тетраiodтиронин (Т3 и Т4): повышение их концентрации в крови затормаживает продуцирование факторов гипоталамуса и гипофиза.

Надпочечники (адреналовые железы) (масса 12 г) состоят из двух совершенно разных структур: **коркового**

(кортикального) слоя (снаружи) и **мозгового (медуллярного) вещества** (внутри).

Клетки *коркового слоя* синтезируют гормоны, которые опосредуют регуляцию минерального, углеводного, белкового и жирового обмена (метаболизма).

Сам корковый слой ("*cortex*") подразделяется ещё на 3 слоя:

- ✓ **клубочковый,**
- ✓ **пучковый** и
- ✓ **сетчатый.**

Минеральный обмен (метаболизм) регулируются путём продуцирования и секреции **минералкортикоидов**. Углеводный обмен (метаболизм) регулируется посредством **глюкокортикоидов**.

Минералкортикоид (*альдостерон*) продуцируется и выделяется из наружного (клубочкового) слоя коры надпочечников. Запускается выброс альдостерона снижением концентрации ионов Na^+ . В ответ альдостерон обеспечивает реабсорбцию ионов Na^+ в почках, т.е. сохраняет их в организме, повышает экскрецию воды с мочой, всасывание ионов Na^+ в кишечнике. При этом увеличивается экскреция ионов K^+ , т.е. их выход из организма. Так производится регулирование натрий-калиевого ($\text{Na}^+ - \text{K}^+$ -баланса).

Клетки пучкового слоя коры надпочечников, продуцируя глюкокортикоиды (у человека главный представитель- **гидрокортизон**), обеспечивают

поддержание определенной концентрации глюкозы в крови. Запуском ("trigger" –«триггером») активности клеток пучкового слоя и продуцирования гидрокортизона является снижение уровня глюкозы в крови. Такое снижение может возникнуть, например, при физической нагрузке. Гормон поступает в кровь и достигает тканей-мишеней.

Прежде всего, стимулируется распад полисахарида (гликогена) в клетках печени (гепатоцитах) до моносахарида (глюкозы). Это процесс называется – **гликогенолиз**. Гликогенолиз производится и в работающей мускулатуре.

Кроме того, тормозится продуцирование **инсулина**, который, как известно, обеспечивает уход глюкозы в депо, т.е. в печень. Формируется, так называемая **инсулиновая толерантность**.

При более интенсивной физической нагрузке, когда истощаются резервы углеводов, включается распад жиров в жировой ткани (в адипоцитах). Этот процесс называется **липолиз** (жиры – липиды).

При ещё более изнуряющей нагрузке запускается процесс «поедания самого себя» (катаболизм белков до составных частей – аминокислот, которые преобразуются в глюкозу). Такой процесс называется **глюконеогенез** (образование глюкозы из аминокислот).

Так, организм любыми возможными путями стремится сохранить достаточный уровень глюкозы в крови при его снижении. Кроме того, стимулирует экскреция воды почками (так производится противовоспалительное действие глюкокортикоидов).

Совместно с глюкокортикоидами действует гормон поджелудочной железы – **глюкагон**, который также стимулирует гликогенолиз и глюконеогенез. При *гипофункции* коркового слоя надпочечников развивается *бронзовая (Аддисонова) болезнь*. Ее признаки: бронзовый оттенок кожи, мышечная слабость, повышенная утомляемость, понижение иммунитета.

Мозговой (медуллярный) слой надпочечников выполняет регуляторную функцию, вырабатывая гормоны *адреналин* и *норадреналин*, а также *энкефалины*. Запуск повышенной продукции гормонов производится при сильных эмоциях: гнев, испуг, боли, опасности. Стимулы поступают от преганглионарных нейронов симпатической нервной системы (из грудных сегментов).

Поступление адреналина, норадреналина (эпинефрина, норэпинефрина) в кровь и их воздействие на клетки- и ткани-мишени вызывает учащение сердцебиения, сужение кровеносных сосудов (кроме сосудов сердца и головного мозга), повышение артериального давления, усиление расщепления гликогена в клетках печени и мышц до глюкозы (гликогенолиз), угнетение перистальтики кишечника, расслабление мускулатуры бронхов, повышение возбудимости рецепторов сетчатки, слухового и вестибулярного аппаратов.

В результате происходит перестройка функций организма в условиях действия чрезвычайных раздражителей и *мобилизация* сил организма для сохранения жизнеспособности в стрессогенных ситуациях.

Примечательно, что активность клеток мозгового слоя надпочечников запускается нервными сигналами от преганглионарных нейронов грудных отделов симпатической нервной системы. Такой запуск имеет место, например, при физических нагрузках в ходе тренировок, а производит такое действие единая **симпато-адреналовая система**. Так, симпатическая нервная система и гуморальная система мозгового слоя адреналовых желёз действуют **синергично**.

Поджелудочная железа включает в себя особые *островковые (инсулярные) клетки (бета-клетки)*, которые вырабатывают гормоны **инсулин**, а альфа-клетки – **глюкагон**.

Выработка этих гормонов обеспечивает регулирование углеводного обмена в организме. Эти два гормона действуют реципрокно как представители одной цепи **обратной связи**. Так, **инсулин**, увеличивая уход глюкозы в клетки (в депо), способствуя превращению глюкозы в гликоген, снижает количество глюкозы в крови. Благодаря действию инсулина, с одной стороны, и глюкагона – с другой, содержание глюкозы в крови поддерживается на постоянном уровне, благоприятном для протекания процессов жизнедеятельности.

При недостаточном образовании инсулина уровень глюкозы в крови повышается, что приводит к развитию болезни **сахарный диабет**. Не использованный организмом сахар выводится с мочой. Индивидуумы с таким расстройством пьют много воды, худеют. Для снятия опасных последствий этого расстройства вводят экзогенный инсулин.

Другой гормон поджелудочной железы – **глюкагон** – является антагонистом инсулина и оказывает противоположное действие, т. е. усиливает расщепление гликогена до глюкозы, повышая её содержание в крови.

Половые железы – семенники (тестикулы) или **яички** у мужчин и **яичники** у женщин относятся к железам смешанной секреции. Эти железы, в общем, обеспечивают регуляцию репродуктивной функции. В частности, становление, развитие, поддержание функций органов репродуктивной системы.

Семенники оказывают своё действие, вырабатывая мужские половые гормоны (**андрогены**), а яичники – женские половые гормоны (**эстрогены**). Они стимулируют развитие органов размножения, созревание половых клеток, а в период полового созревания – формирование вторичных половых признаков, т.е. особенностей строения скелета, развития мускулатуры, распределения волосяного покрова и подкожного жира, строения гортани, тембра голоса и др. у мужчин и женщин.

Влияние половых гормонов на формообразовательные процессы особенно наглядно проявляется у животных при удалении половых желёз (кастрации) или их пересадке. Внешнесекреторная функция яичников и семенников заключается в образовании и выведении по половым протокам яйцеклеток и сперматозоидов, соответственно. Женские половые железы под влиянием центральной нервной системы, гипоталамо-гипофизарной системы вырабатывают **эстрадиол** и **прогестерон**. Варьируя степень

выработки гормонов, такая целостная нейроэндокринная система регулирует протекание полового цикла у женщин.

В течение полового цикла организм готовится к возможному спариванию и зачатию новой жизни. Половой цикл можно разделить на две главных стадии: предовуляторную и постовуляторную («до» и «после» овуляции).

В предовуляторную организм женщины готовится к овуляции (выходу яйцеклетки из лопнувшего фолликула) и возможному спариванию. В этот период повышена концентрация эстрадиола.

В постовуляторную стадию организм готовится к возможной беременности. В эту стадию повышается уровень прогестерона (эту фазу ещё называют – **прогестероновая**). Прогестерон синтезируется *желтым телом*, которое образовалось на месте лопнувшего фолликула. Разрастается эндометрий матки, повышается степень его васкуляризации и плотность железистых клеток. Так формируется благоприятная «почва» для имплантации оплодотворённой яйцеклетки (зиготы). В случае отсутствия беременности этот слой отторгается и истекает с кровью наружу (менструация). Происходит своего рода «очищение».

В этот период (5 дней), а также в постовуляторную стадию (14 дней) женщинам лучше избегать физических нагрузок и спортивных состязаний. Чрезмерные физические нагрузки вызывают сдвиг гормонального профиля и, как следствие, нарушение нормального протекания полового цикла.

* Рисунки: 7(а; б); 8; 9 заимствованы, незначительно модифицированы и переведены с английского языка из:

Dee Unglaub Silverthorn, William C. Ober, Claire W. Garrison, and Andrew C. Silverthorn **Human Physiology**. An integrated approach. 2nd edition. Benjamin-Cummings Publishing Company, 2000: 816 pages.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Глазырина, Победа В. и др. Механизмы регуляции вегетативных функций организма: Учеб.пособие для мед.и биол.спец.вузов / П.В. Глазырина, Т.Д. Бурмистрова, Н.Н. Карауловский. М.: Высш.школа, 1983. – 144с.

2. Катехоламины и кортикостероиды при мышечной деятельности. Эндокринные механизмы приспособления организма к мышечной деятельности. Отв. ред. Т.П.Сээне, Тарту, ТГУ, 1987г.

3. Общий курс физиологии человека и животных. В 2-х кн. / Под ред. А.Д. Ноздрачева. – М.: Высш. школа, 1991. Кн.1 -512с. Кн.2. – 528с.

4. Основы физиологии. Под ред. П.Стеркки. М., «Мир», 1984г.

5. Тхоревский В.И. Физиология человека. Москва «Физкультура, образование, наука», 2001: 492 с.

6. Физиология человека. В 3-х т. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. М.: Мир, 1996. т.1 – 313с; т.2 – 313 с; т.3 – 198 с.

7. Физиология человека. Под ред. Г.И.Косицкого. М.: Медицина, 1985г.

8. Физиология человека.: в 4-х т. / перев.с англ.под ред. П.Г. Костюка. – М.: Мир, 1985. – перев.изд.: Human physiology (Berlin etc., 1983). – 311с.

9. Физиология человека. Под ред. В.М. Покровского, Г.Ф. Коротько. – М.: Медицина, 1997 – 448 с.

10. Dee Unglaub Silverthorn, William C. Ober, Claire W. Garrison, and Andrew C. Silverthorn Human Physiology. An integrated approach. 2nd edition. [Физиология человека. Интегрированный подход. 2-е издание]. Benjamin-Cummings Publishing Company, 2000 - 816 pages.

11. Per-Olof Astrand, Kaare Rodahl et al. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise [Учебник по физиологии труда: физиологические основы упражнений)]. Third edition [3-е издание], New York, McCraw-Hill Book Company, 1986.

12. Per-Olof Astrand, Kaare Rodahl et al. Textbook of work physiology: physiological bases of exercise. [Учебник по физиологии труда: физиологические основы упражнений). 4th Edition [4-е издание], New York, Human Kinetics, 2003: 656 p.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<u>ЧАСТЬ 6. НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СОМАТО-ВЕГЕТАТИВНЫХ ФУНКЦИЙ</u>	3
<u>ЛЕКЦИЯ 19. Автономная (вегетативная) нервная система</u>	3
<u>ЛЕКЦИЯ 20. Подразделения автономной нервной системы</u>	10
20.1. Симпатическая (торако-люмбарная) система	13
20.2. Парасимпатическая (кранио-сакральная) нервная система	15
20.3. Энтеральная (кишечная) нервная система	23
<u>ЛЕКЦИЯ 21. Гипоталамо-гипофизарная система как высший центр гуморальной регуляции функций.</u>	26
21.1. Роль гипоталамуса в регуляции вегетативных функций	26
21.2. Функциональная роль гипофиза	35
<u>ЛЕКЦИЯ 22. Функциональная роль желез внутренней секреции (эндокринных)</u>	40
22.1. Функциональная роль шишковидного тела (эпифиза)	41
22.2. Регуляторное действие желез внутренней секреции	44

Бачу Анатолий Яковлевич

**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ФИЗИОЛОГИИ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФКиС
(НЕЙРО-ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ)**