

Клетки разговаривают друг с другом на химическом языке

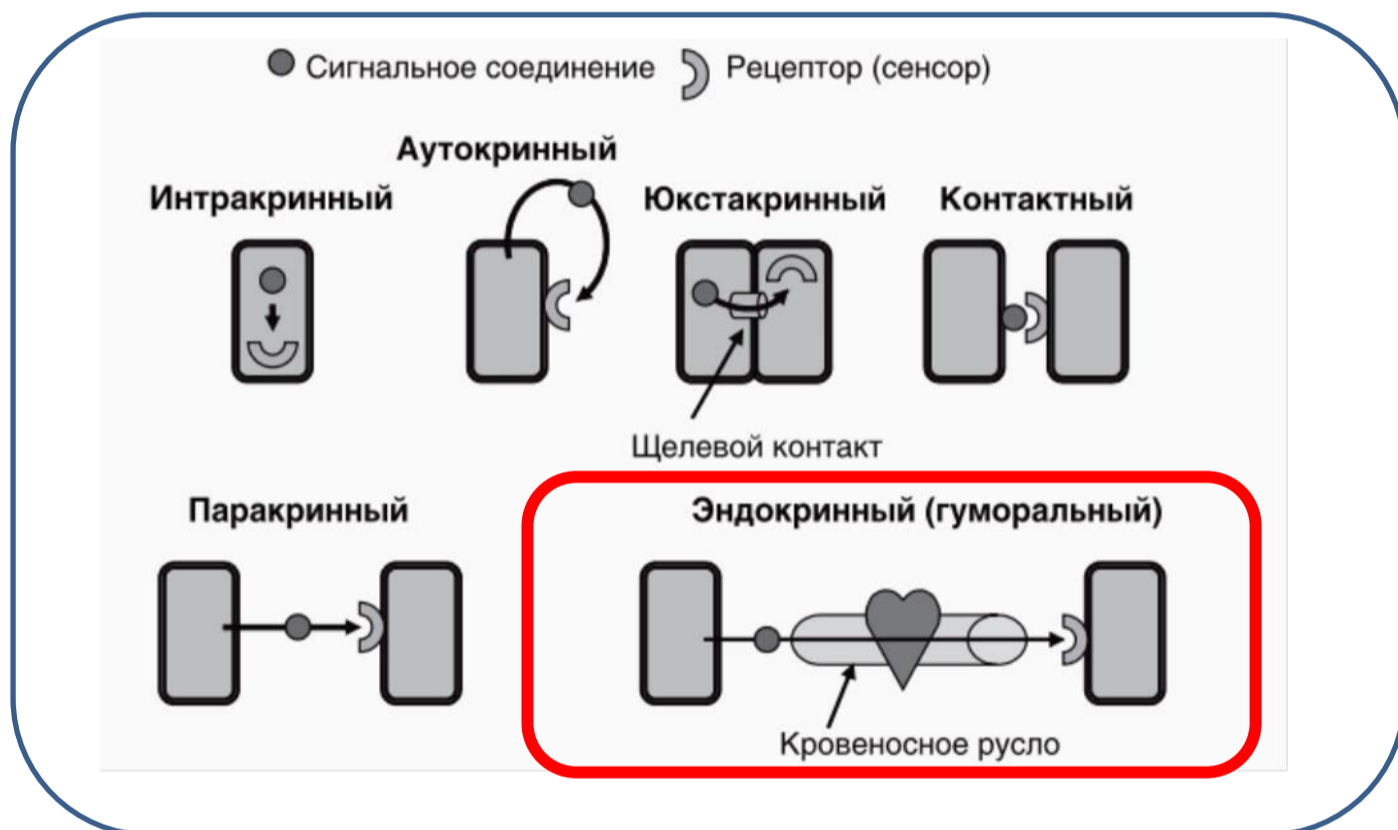
Гуморальная регуляция

Гуморальная регуляция – древнейший способ регуляции и координации процессов жизнедеятельности в организме, при котором **сигнальные вещества** передаются от клетке к клетке, от ткани к ткани, от органа к органу с **помощью внеклеточных жидкостей**, с помощью крови, лимфы, тканевой жидкости. Важную роль в гуморальной регуляции играют гормоны.

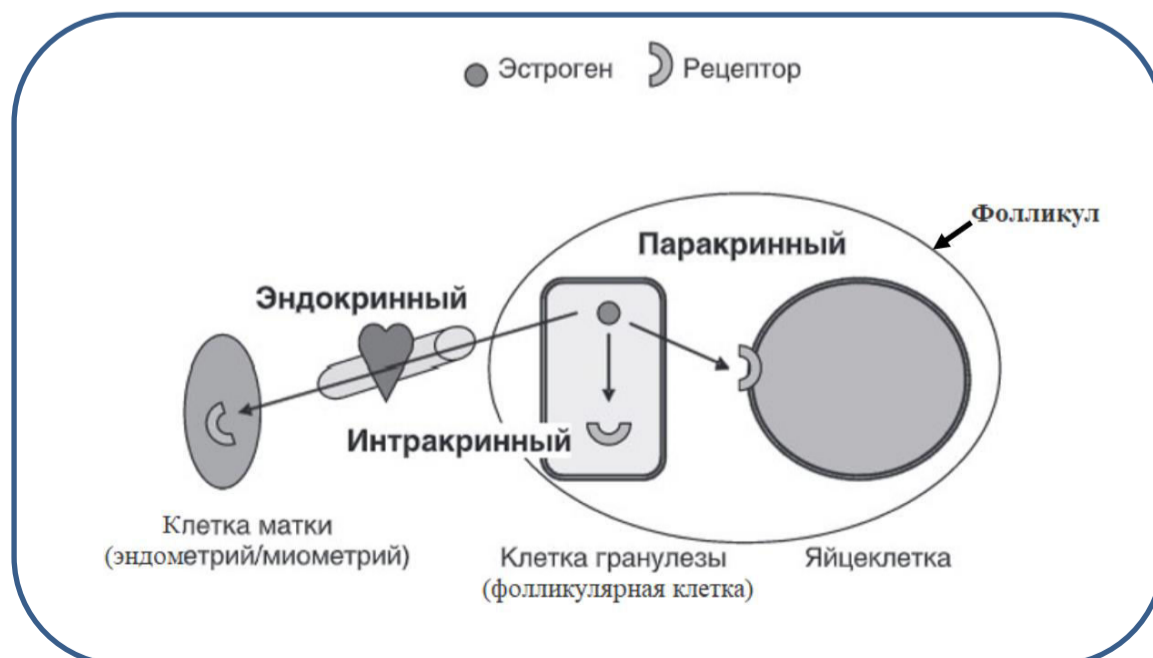
По тому, насколько удалены мишени от места синтеза сигнального вещества, различают

- 1) классические гормоны: синтезируются в клетках эндокринных желез, выделяются в кровь, с кровью транспортируются к месту своего действия;
- 2) «тканевые гормоны»: выделяются в тканевую жидкость и действуют только на близлежащие клетки, к таким гормонам относят гормоны ЖКТ (напр., гастрин), простагландины;
- 3) существуют также гормоны которые действуют на саму клетку, которая их синтезировала. Например, Т-лимфоциты секретируют интерлейкины, а те имеют мишенями разные клетки, в том числе и Т-лимфоциты; чаще интерлейкины называют не гормонами, а просто сигнальными молекулами

Способы доставки/действия сигнальных соединений [ref]



Одно и то же сигнальное соединение может действовать одновременно несколькими способами. Например, эстрогены, типичные «классические» гормоны, в фолликулах яичников могут выполнять функцию паракринных регуляторов, стимулирующих развитие яйцеклетки, и интракринных регуляторов, повышающих продукцию клетками гранулезы гормона ингибина. [ref]



Очень часто, особенно в школе, гуморальную регуляцию рассматривают в узком смысле, т.е. как работу эндокринной системы.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Гормоны – сигнальные соединения, которые синтезируются в специальных секреторных клетках, выделяются в кровь и разносятся ею по организму. Если гормон встречает клетку-мишень, то он связывается с рецептором на такой клетке и переключает ее режим жизнедеятельности. Через некоторое время гормон должен быть разрушен, чтобы выключить сигнал.

Гормоны действуют в очень низких концентрациях, от 10^{-6} до 10^{-12} М/л. И это понятно, гормоны выполняют сигнальную функцию, они должны только связаться со специфическими белками-рецепторами. Результат такого связывания – включение каскада реакций, приводящих к изменению режима клетки-мишени.

Железы внутренней секреции

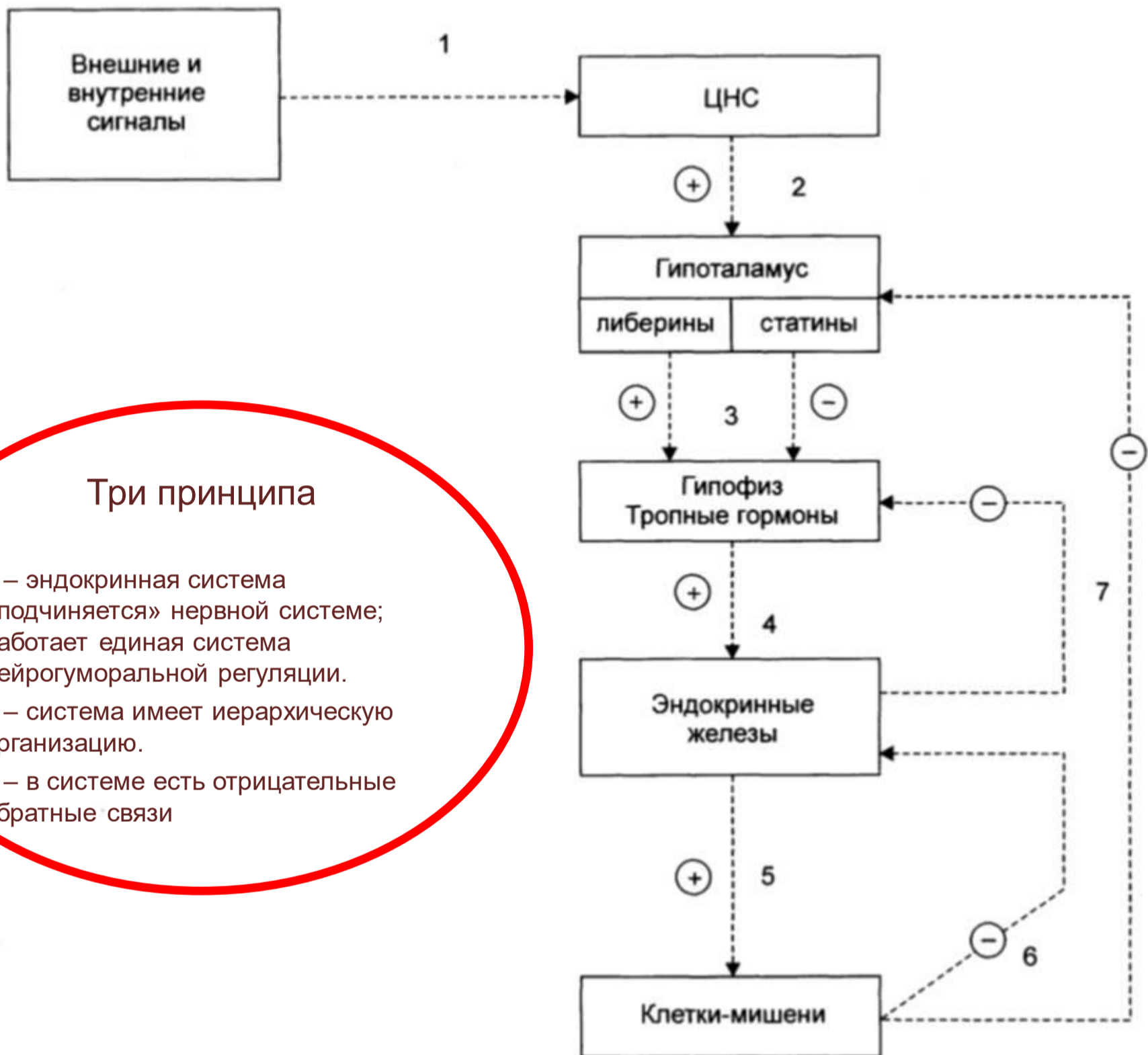
Клетки, секретирующие гормоны, могут быть собраны в отдельные железы внутренней секреции (например, клетки, синтезирующие тироксин, собраны в щитовидную железу), а могут быть представлены группами клеток в других органах (например, островки Лангерганса в поджелудочной железе выделяют в кровь гормоны инсулин, глюкагон и соматостатин). Секреторные клетки могут даже быть рассеяны в органах, например, клетки Лейдига в семенниках секретируют в кровь тестостерон, а G-клетки желудка секретируют гормон гастрин.

Такое разнообразие структур, секретирующих гормоны, можно объяснить тем, что главное = это выделить гормоны в кровь.

Сравнение нервной и гуморальной регуляции у животных

Нервная регуляция	Эндокринная регуляция
<ul style="list-style-type: none">• Информация передается в виде электрических импульсов по аксонам и с помощью химических веществ в синапсах	<ul style="list-style-type: none">• Информация передается химическими веществами через кровеносное русло
<ul style="list-style-type: none">• Передача быстрая	<ul style="list-style-type: none">• Передача медленная
<ul style="list-style-type: none">• Ответ наступает тотчас	<ul style="list-style-type: none">• Ответ обычно развивается медленно (как, например, рост)
<ul style="list-style-type: none">• Ответ кратковременный	<ul style="list-style-type: none">• Ответ продолжительный
<ul style="list-style-type: none">• Ответ четко локализован, например, сигнал поступает к одной мышце.	<ul style="list-style-type: none">• Ответ обычно генерализованный

3 принципа работы эндокринной системы



Три принципа

- 1 – эндокринная система «подчиняется» нервной системе; работает единая система нейрогуморальной регуляции.
- 2 – система имеет иерархическую организацию.
- 3 – в системе есть отрицательные обратные связи

Рис. 11-2. Схема взаимосвязи регуляторных систем организма. 1 — синтез и секреция гормонов стимулируется внешними и внутренними сигналами; 2 — сигналы по нейронам поступают в гипоталамус, где стимулируют синтез и секрецию рилизинг-гормонов; 3 — рилизинг-гормоны стимулируют (либерины) или ингибируют (статины) синтез и секрецию тропных гормонов гипофиза; 4 — тропные гормоны стимулируют синтез и секрецию гормонов периферических эндокринных желез; 5 — гормоны эндокринных желез поступают в кровоток и взаимодействуют с клетками-мишенями; 6 — изменение концентрации метаболитов в клетках-мишенях по механизму отрицательной обратной связи подавляет синтез гормонов эндокринных желез и гипоталамуса; 7 — синтез и секреция тропных гормонов подавляется гормонами эндокринных желез; ⊕ — стимуляция синтеза и секреции гормонов; ⊖ — подавление синтеза и секреции гормонов (отрицательная обратная связь).

Что такое отрицательная или положительная обратная связь?

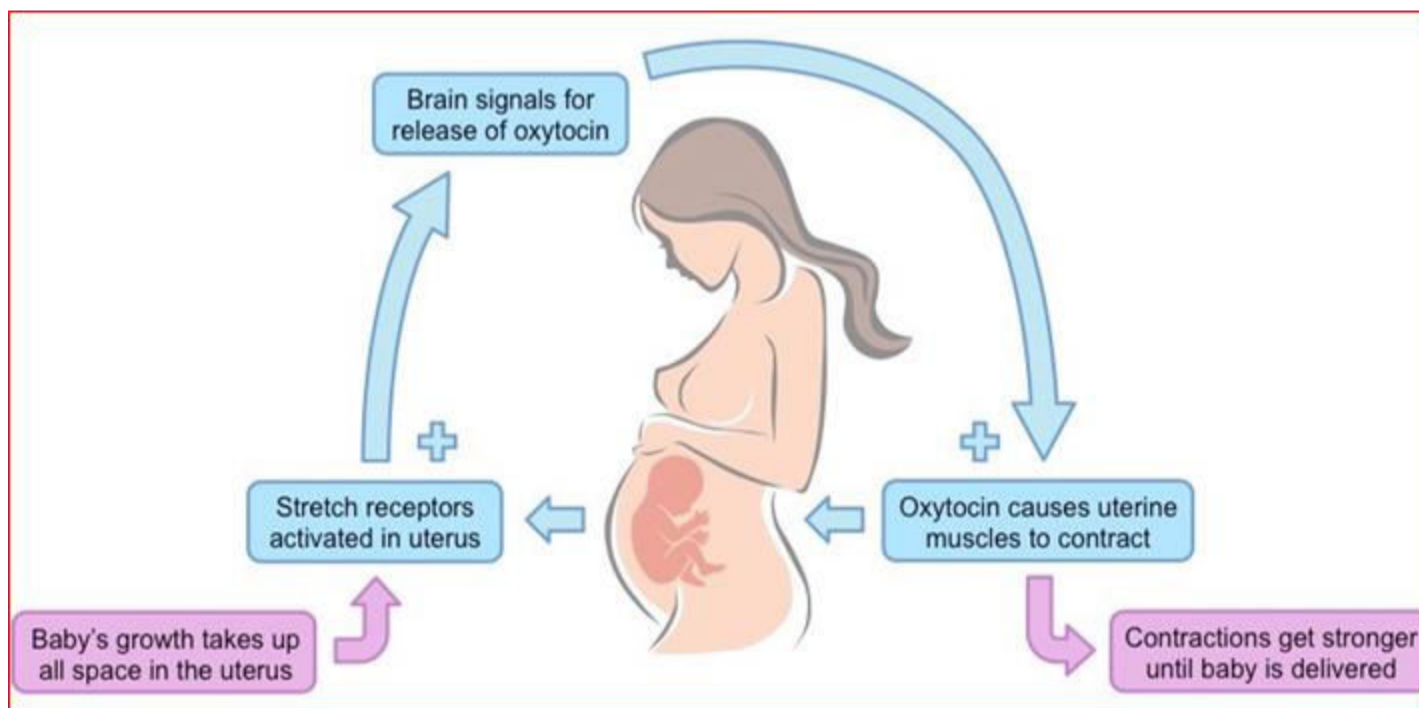
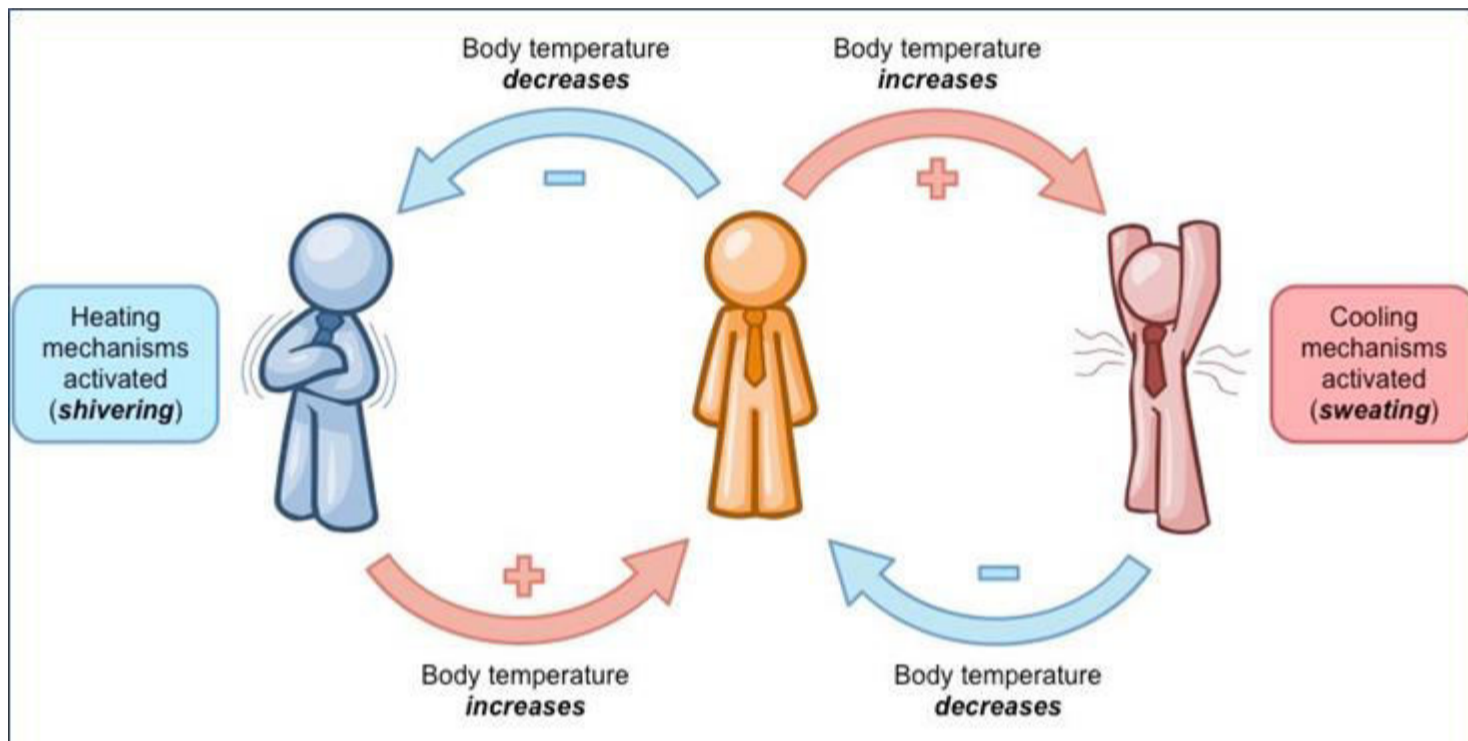


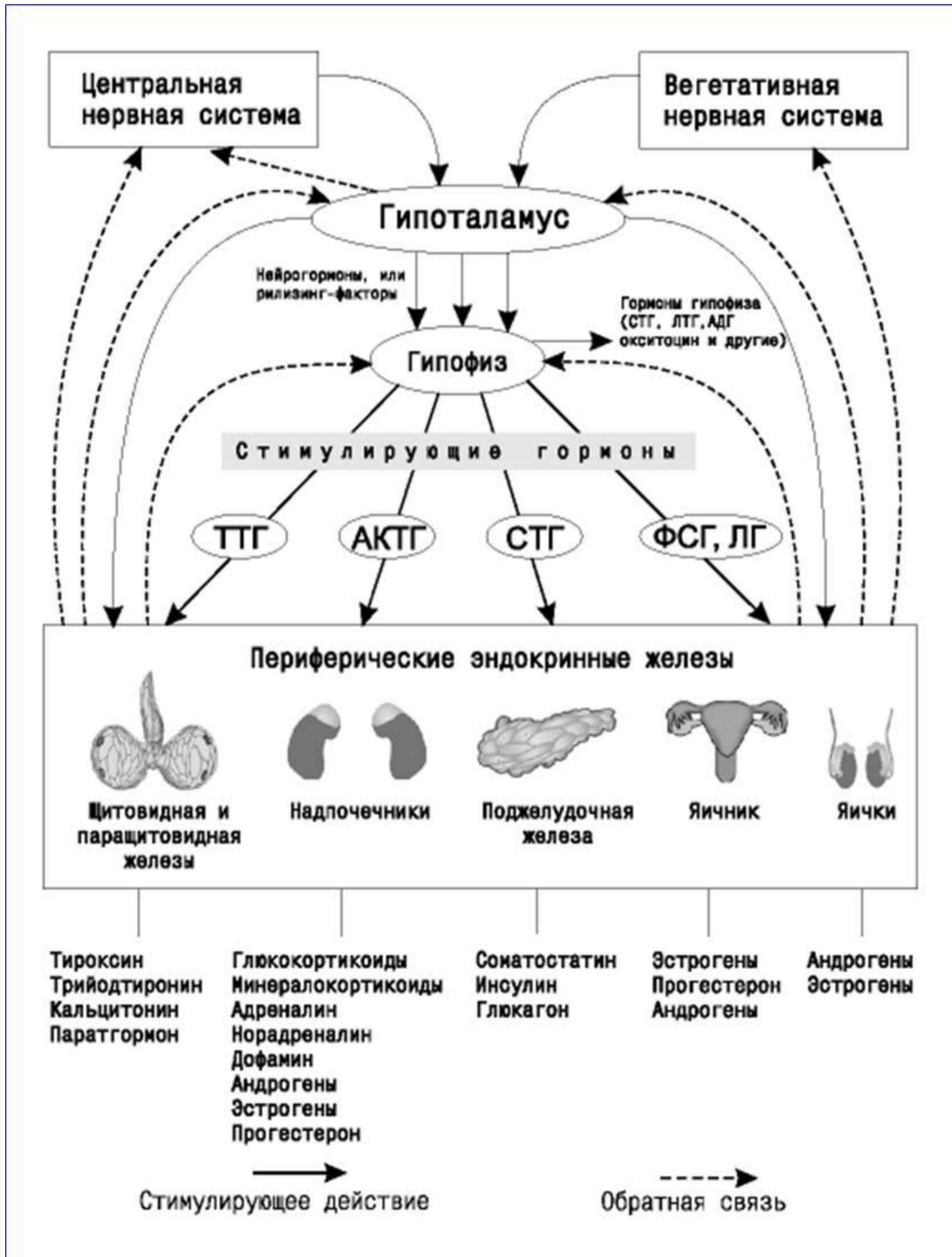
Схема нейроэндокринной регуляции человека

- Гипоталамус выделяет либерины и статины, гормоны влияющие на выработку гормонов гипофиза.
- Гипофиз выделяет гормоны, большинство которых называют тропинами. Тропины влияют на работу периферических эндокринных желез.
- Периферические эндокринные железы выделяют гормоны, влияющие на работу клеток-мишеней.

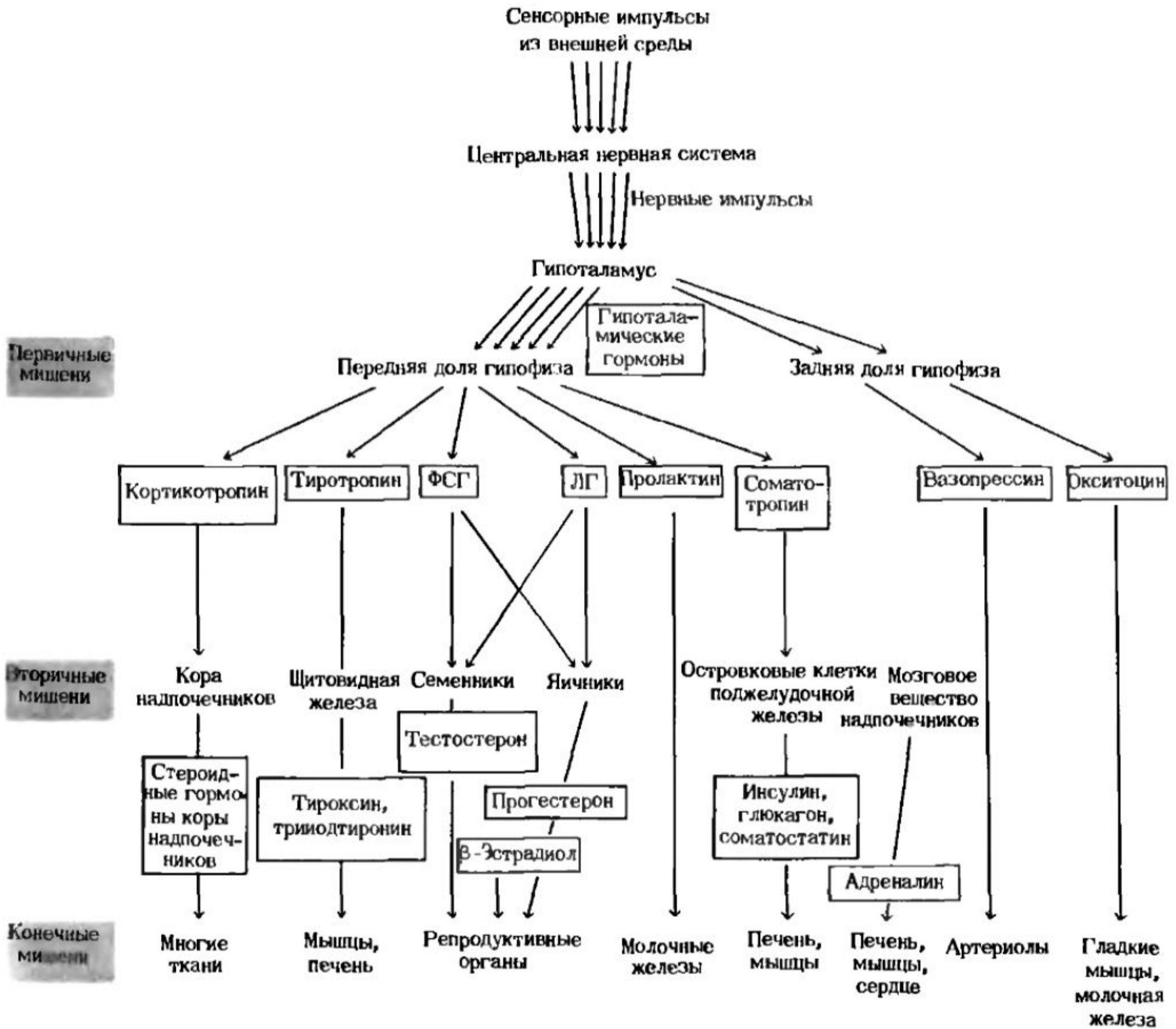
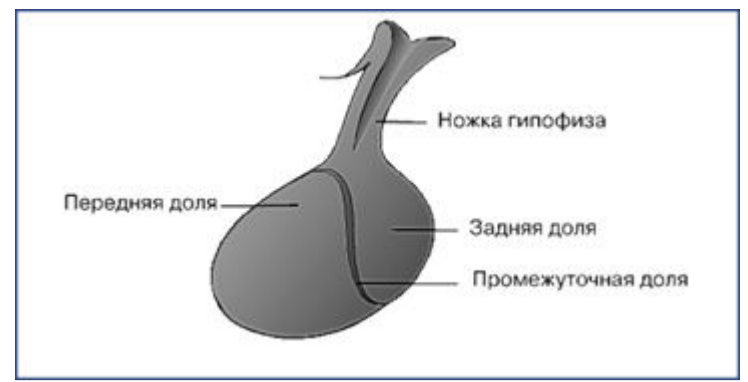
Работа гормональной системы регулируется с помощью обратных связей, обычно с помощью отрицательных обратных связей, но бывают и положительные обратные связи

ТТГ - тиреотропный гормон; АКТГ - адренокортикотропный гормон;

ФСГ - фолликулостимулирующий гормон; ЛГ - лютеинизирующий гормон; СТГ - соматотропный гормон; ЛТГ - лютеотропный гормон (пролактин); АДГ антидиуретический гормон (вазопрессин)



Из учебника «Биохимия» Ленинджера, т.3

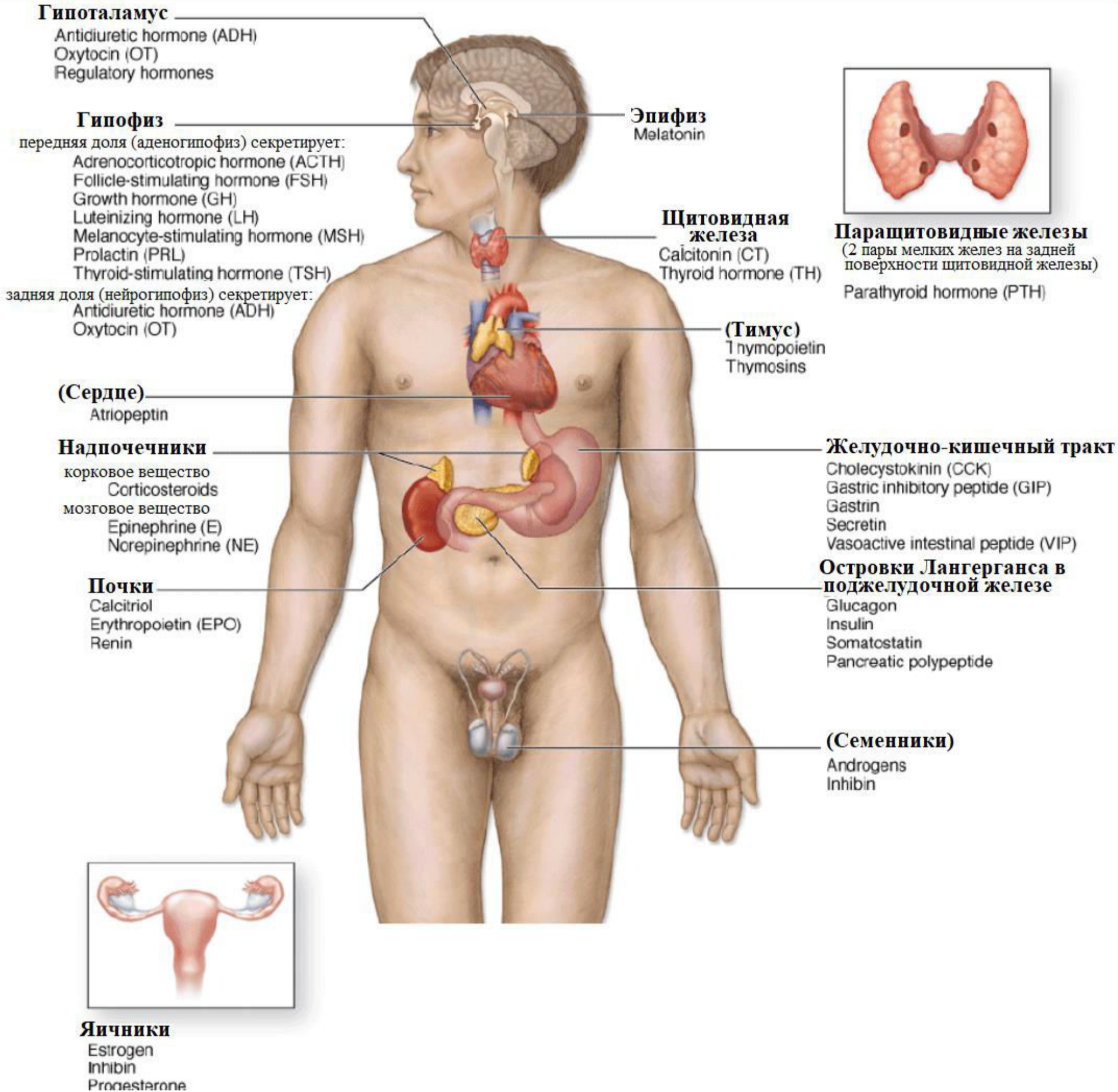


Обратите внимание, что из схемы выпадает мозговое вещество надпочечников!!

Островки Лангерганса поджелудочной железы имеют также свою систему регуляции.

Такие железы, как паращитовидная, эпифиз, панкреатические островки, мозговое вещество надпочечника, не подчинены непосредственному влиянию гормонов передней доли гипофиза. Но взаимоотношения между этими железами и гипоталамо-гипофизарной системой есть, но они сложнее.

Эндокринная система человека



Гипоталамо-гипофизарная система

(по учебнику Ленинджера «Биохимия»)

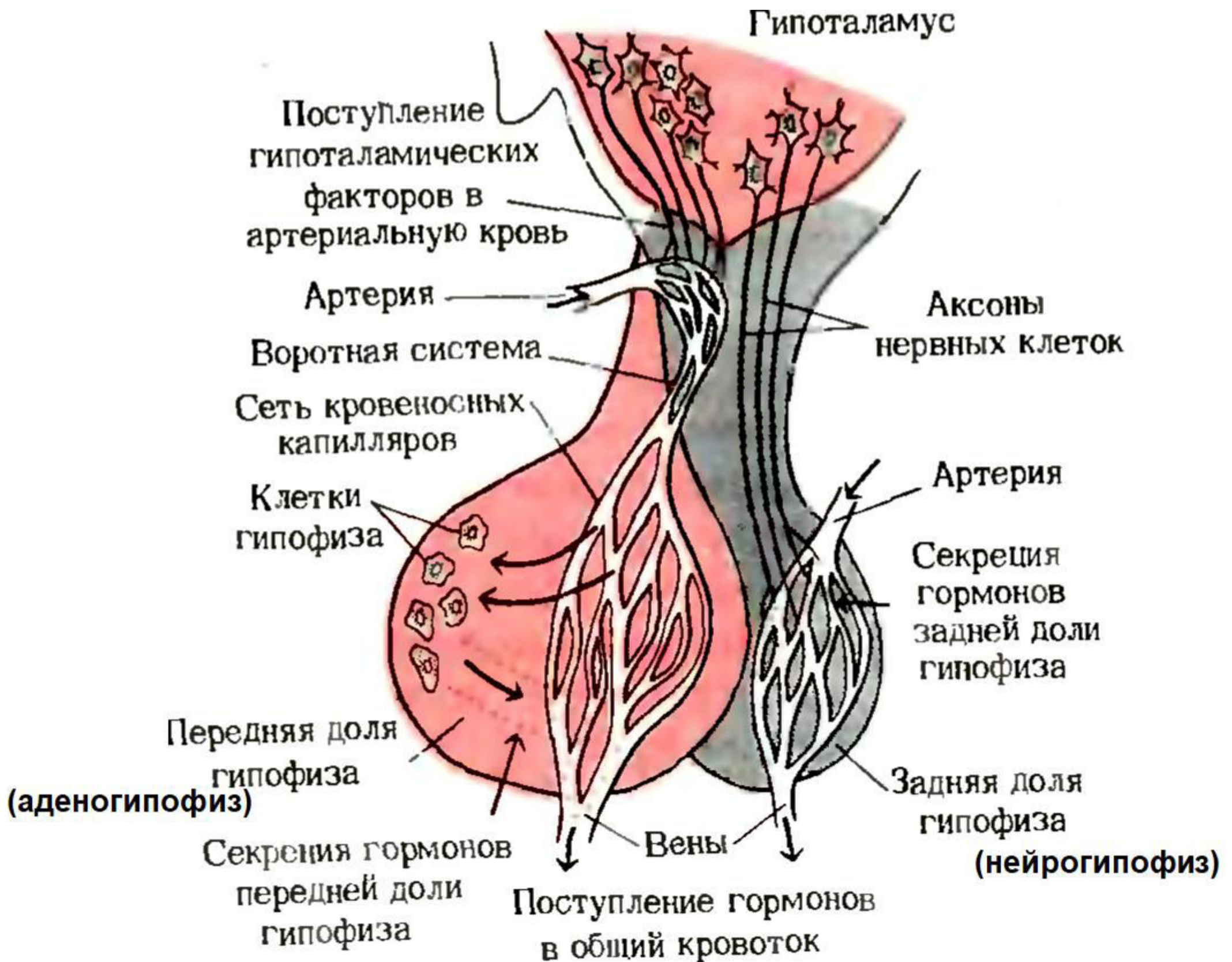


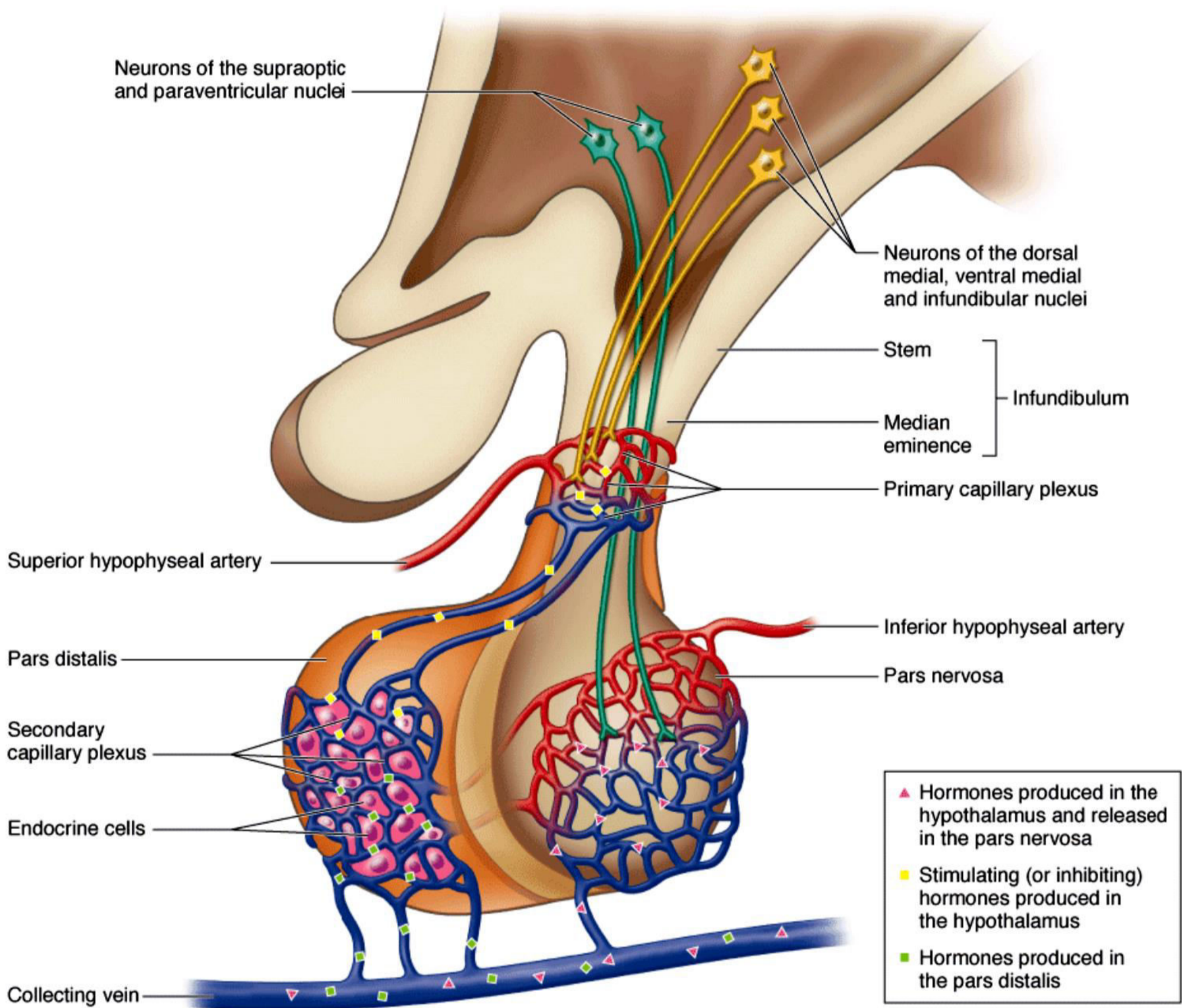
Схема гипоталамо-гипофизарной системы

Нервные импульсы стимулируют гипоталамус, в ответ в его определенных нейронах начинается синтез гормонов, либеринов и статинов, влияющих на работу передней доли гипофиза (аденогипофиза). Гормоны транспортируются сначала по аксонам, затем попадают в специальный кровеносный сосуд, по которому они поступают непосредственно в капиллярную сеть передней доли гипофиза, а оттуда к клеткам аденогипофиза.

В ответ клетки аденогипофиза прекращают или увеличивают синтез своих гормонов, которые поступают в общий кровоток.

Другие группы нейронов гипоталамуса синтезируют другие гормоны (окситоцин и вазопрессин). Эти гормоны по аксонам попадают в заднюю долю гипофиза (нейрогипофиз) и из нее — в кровь. По сути, нейрогипофиз — это просто вырост гипоталамуса.

Дополнительно, гипоталамо-гипофизарная система поподробнее

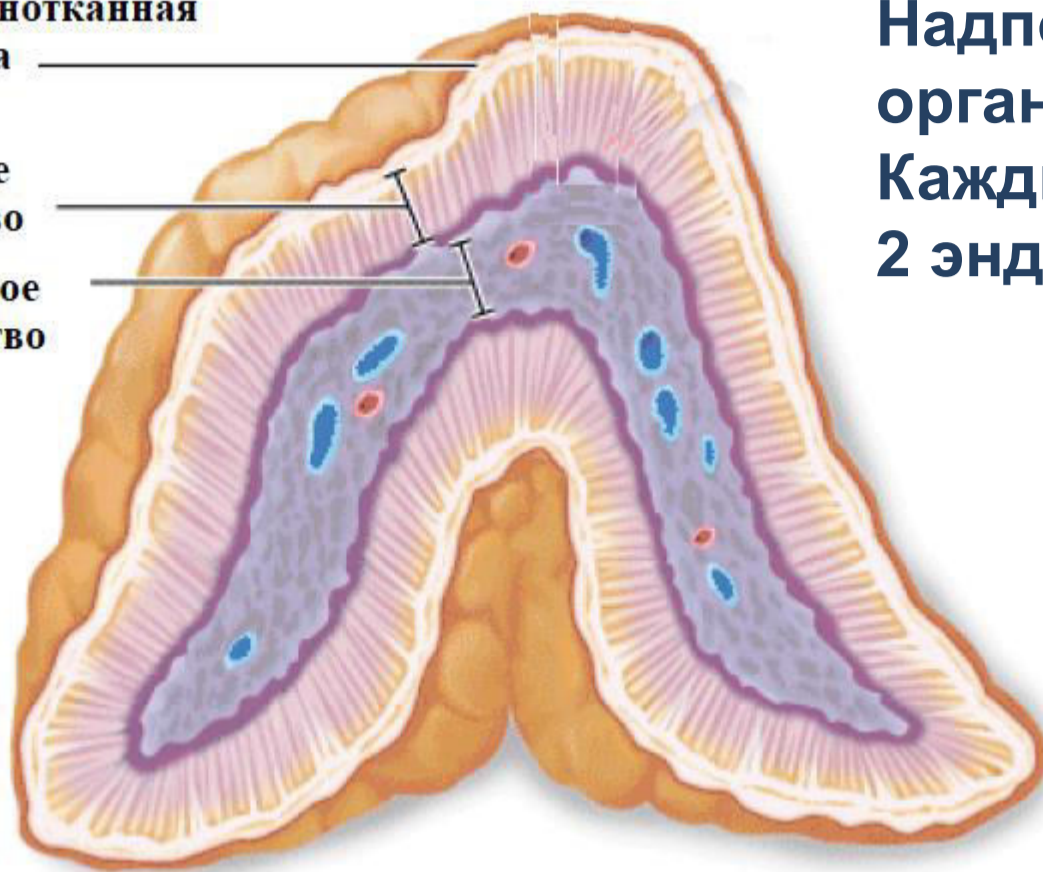


Надпочечники

Соединительнотканная
капсула

Корковое
вещество

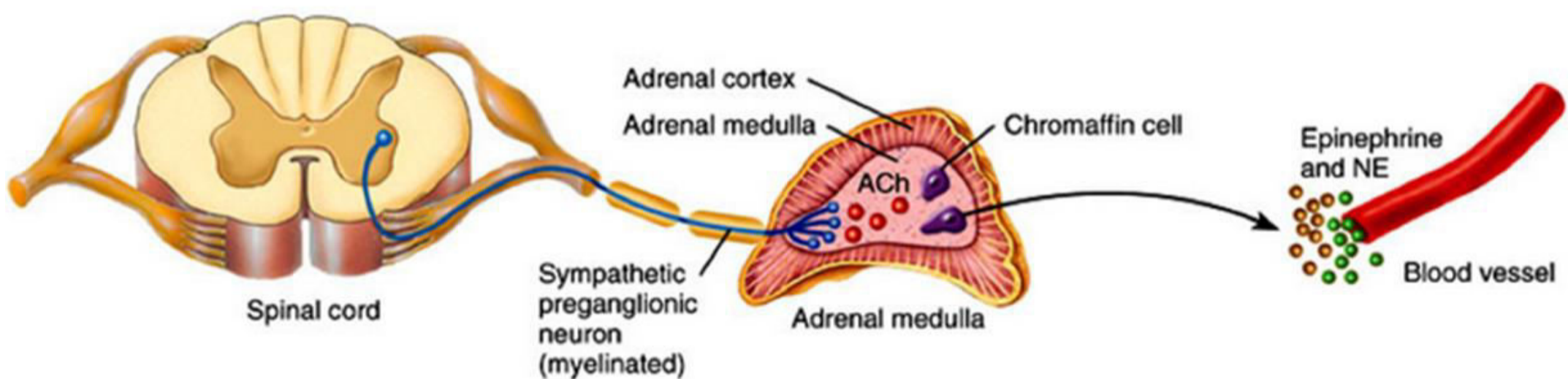
Мозговое
вещество



Надпочечники – парные органы.

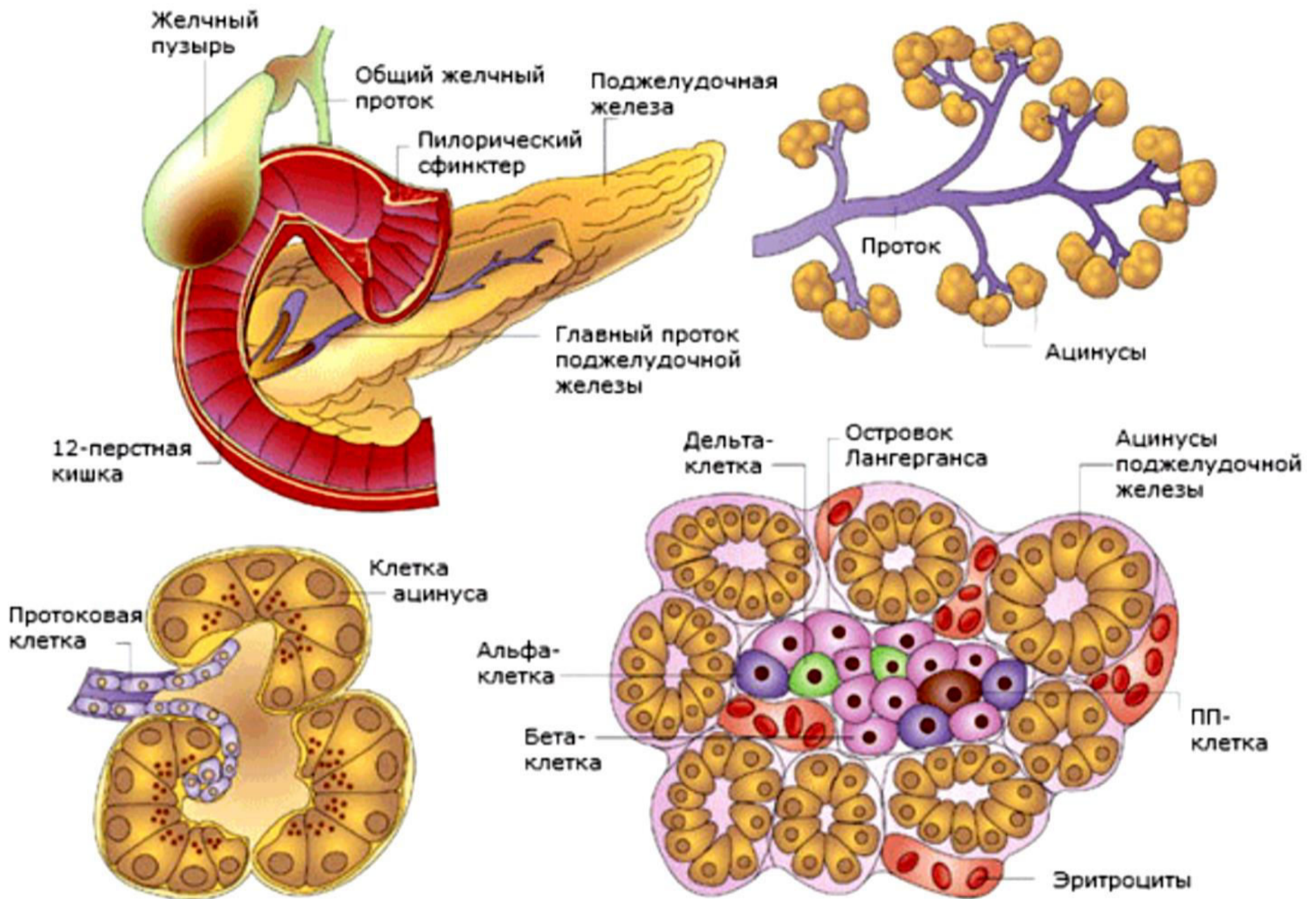
Каждый из них – это
2 эндокринных железы

Регуляция работы мозгового вещества надпочечников



Работа коркового вещества надпочечников
регулируется гипоталамо-гипофизарной
системой

Поджелудочная железа – железа смешанной секреции



Островок - это микроорган. Разные клетки островка секретируют разные гормоны.

Альфа-клетки секретируют глюкагон.

Бета –клетки – инсулин.

Дельта-клетки – соматостатин.

Эпсилон-клетки – грелин («гормон голода»).

ПП-клетки – панкреатический полипептид.

Функцию внешней секреции выполняют секреторные и протоковые клетки, образующие гроздья (ацинусы), подробнее см. файл «ЖКТ»

Химическая природа гормонов:

- 1) белки – инсулин, гормон роста (соматотропин);
- 2) пептиды – АКТГ, гастрин, вазопрессин;
- 3) амины или производные тирозина – тироксин, адреналин;
- 4) стероиды – половые гормоны (тестостерон, эстроген), гормон стресса - кортизол

Таблица 16.11. Химическая природа важнейших гормонов

Химическая группа	Гормон	Основной источник	
Амины	Катехо- ламины	Адреналин Норадреналин	Симпатическая нервная система, мозговой слой надпочечников
	Произ- водные тиро- зина	Тироксин Трииодтиронин	
Белки и пептиды	Либерины и ста- тины		Гипоталамус
	Фолликуло- стимулирующий гормон		Передняя доля гипофиза
	Лютеинизирую- щий гормон		
	Пролактин		
	Тиреотропный гормон		
	АКТГ		
	Гормон роста		
	Окситоцин		Задняя доля гипо- физа
	Вазопрессин		
	Паратгормон		Паращитовидные железы
Тиреокальцитонин		Щитовидная железа	
Инсулин		Островки Лангер- ганса	
Глюкагон		(поджелудочная железа)	
Гастрин		Слизистая желудка	
Секретин		Слизистая двенад- цатиперстной кишки	
Стероиды	Тестостерон		Семенники
	Эстрогены		Яичники и пла- цента
	Прогестерон		
	Кортикостероиды		Кора надпочечни- ков
Жирные кислоты	Простагландины		Многие ткани

ГСТ

Таблица 11-3. Основные этапы передачи гормональных сигналов

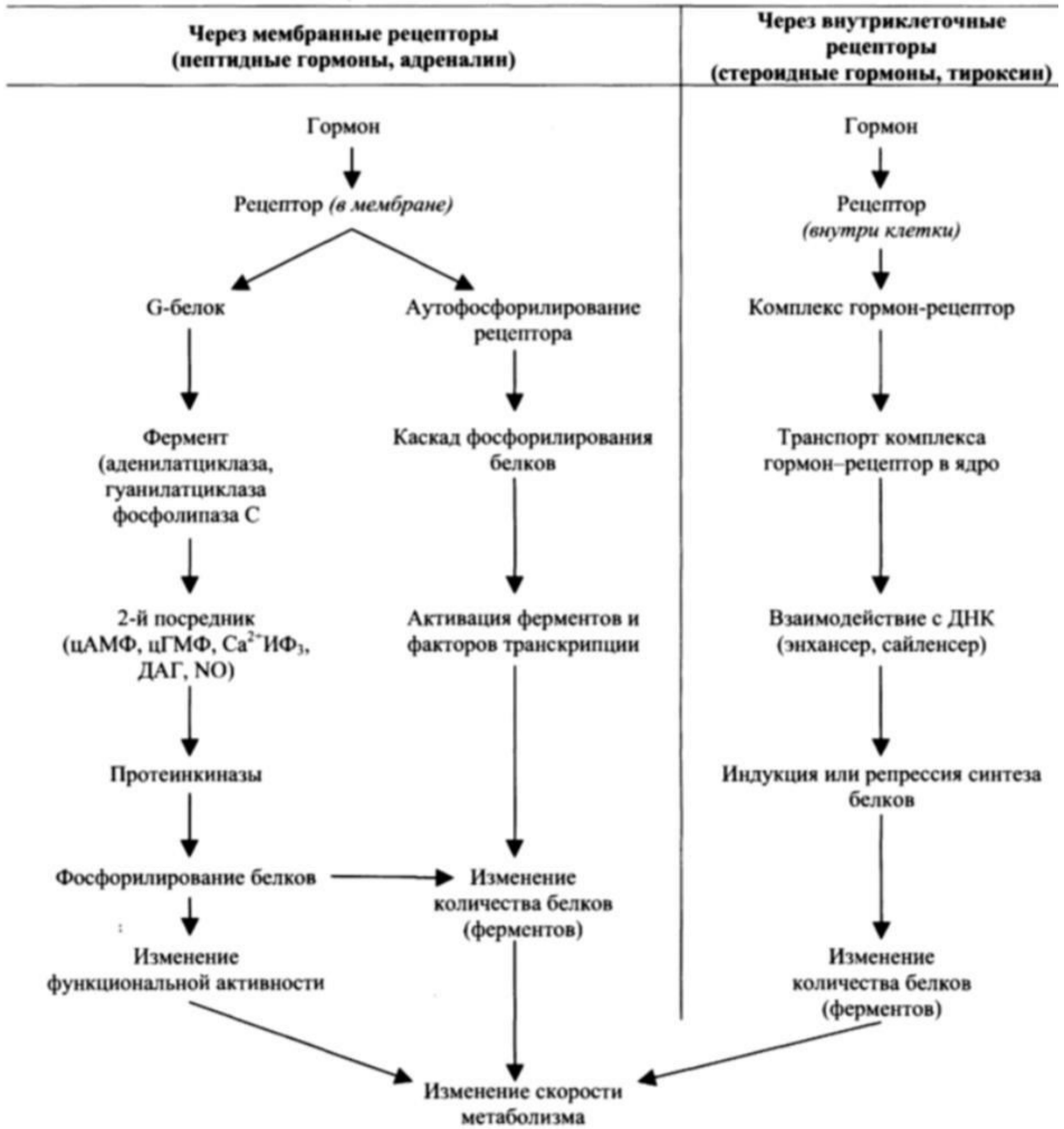


Таблица 16.10. Сводная таблица основных эндокринных желез человека, их функций и путей регуляции их активности

Железа	Гормоны	Функции (или эффекты)	Факторы, регулирующие активность
Гипоталамус	Либерины и статины; из них семь идентифицированы; общее число неизвестно (см. табл. 16.2) Здесь же образуются гормоны задней доли гипофиза	Регуляция секреции специфических гипофизарных гормонов	Секреция регулируется уровнем метаболитов и гормонов по принципу обратной связи
Задняя доля гипофиза	Здесь не образуются никакие гормоны, а хранятся и секретируются следующие: Окситоцин	Стимуляция активного выведения молока молочной железой и сокращений матки при родах	Механизм отрицательной обратной связи с участием гормонов и нервной системы
Передняя доля гипофиза	Антидиуретический гормон (вазопрессин)	Уменьшение диуреза	Осмотическое давление крови
	Фолликулостимулирующий гормон (ФСГ)	У мужчин – стимуляция сперматогенеза У женщин – стимуляция роста яйцевого фолликула	Уровни эстрогенов и тестостерона в плазме; действуют через гипоталамус
	Лютеинизирующий гормон (ЛГ)	У мужчин – стимуляция секреции тестостерона У женщин – стимуляция секреции эстрогенов и прогестерона, а также овуляции; поддержание существования желтого тела	Уровень тестостерона в плазме; действует через гипоталамус Уровень эстрогенов в плазме, действует через гипоталамус
	Пролактин	Стимуляция образования и секреции молока	Гормоны гипоталамуса
	Тиреотропный гормон (ТТГ)	Стимуляция синтеза и секреции тиреоидных гормонов и роста щитовидной железы	Уровень тиреоидных гормонов (T_3 и T_4) в плазме; действует через гипоталамус
	Адренокортикотропный гормон (АКТГ)	Стимуляция синтеза и секреции гормонов коры надпочечников, а также роста этой железы	Уровень АКТГ и кортикостероидов в плазме; действует через гипоталамус
	Гормон роста (соматотропный гормон, СТГ)	Стимуляция белкового синтеза и роста, особенно костей конечностей	Гормоны гипоталамуса
Паращитовидная железа	Паратгормон	Повышение уровня Ca^{2+} и снижение уровня PO_4^{3-} в плазме	Уровень Ca^{2+} и PO_4^{3-} в плазме
Щитовидная железа	Триодтиронин (T_3) и тироксин (T_4) Тиреокальцитонин	Регуляция основного обмена, роста и развития Снижение уровня Ca^{2+} в крови	ТТГ Уровень Ca^{2+} в крови
Кора надпочечников	Глюкокортикоиды (кортизол)	Стимуляция расщепления белков, синтеза глюкозы и гликогена. Адаптация к стрессу. Противовоспалительное и антиаллергическое действие	АКТГ
	Минералокортикоиды (альдостерон)	Задержка Na^+ в почках, повышение отношения Na^+/K^+ во внеклеточной и внутриклеточной жидкостях. Повышение кровяного давления	Уровни Na^+ и K^+ в плазме, низкое кровяное давление
Мозговой слой надпочечников	Адреналин (эпинефрин)	Повышение частоты и силы сердечных сокращений, сужение капилляров в коже и внутренних органах. Расширение артериол в сердце и скелетных мышцах. Повышение уровня глюкозы в крови	Симпатическая нервная система
	Норадреналин (норэпинефрин)	Общее сужение мелких артерий; повышение кровяного давления	Нервная система
Островки Лангерганса	Инсулин (бета-клетки)	Снижение уровня глюкозы в крови, повышение поглощения и использования клетками глюкозы и аминокислот	Уровень глюкозы и аминокислот в крови
	Глюкагон (альфа-клетки)	Повышение уровня глюкозы в крови, усиленное расщепление гликогена до глюкозы в печени	Уровень глюкозы в крови
Желудок Двенадцатиперстная кишка	Гастрин Секретин	Секреция желудочного сока Секреция панкреатического сока; угнетение секреции желудочного сока	Присутствие пищи в желудке Присутствие кислой пищи в двенадцатиперстной кишке
	Холецистокинин (панкреозимин)	Сокращение желчного пузыря и выведение панкреатического сока в двенадцатиперстную кишку	Присутствие жирных кислот и аминокислот в двенадцатиперстной кишке
Почки	Ренин	Превращение ангиотензиногена в ангиотензин	Уровень Na^+ в плазме, низкое кровяное давление
Яйцевой фолликул	Эстрогены (17β -эстрадиол)	Развитие вторичных женских половых признаков, регуляция менструального цикла	ФСГ и ЛГ
	Прогестерон	Поддержание беременности, подавление овуляции	ЛГ
Желтое тело	Прогестерон и эстрогены	Стимуляция роста и развития матки, продолжение развития плода	ЛГ Развивающийся плод
Плацента	Хорионический гонадотропин Плацентарный лактоген	Поддержание желтого тела Стимуляция роста молочных желез	Развивающийся плод Развивающийся плод
Семенники	Тестостерон	Развитие вторичных мужских половых признаков	ЛГ и ФСГ