

# Биохимия мозга

## Введение

- В нервной системе существует три мозговые системы, которые оказывают широкое и долговременное действие на работу мозга:
- Гипоталамус
- Вегетативная нервная система
- Диффузная модуляторная система

# Секреторная функция гипоталамуса

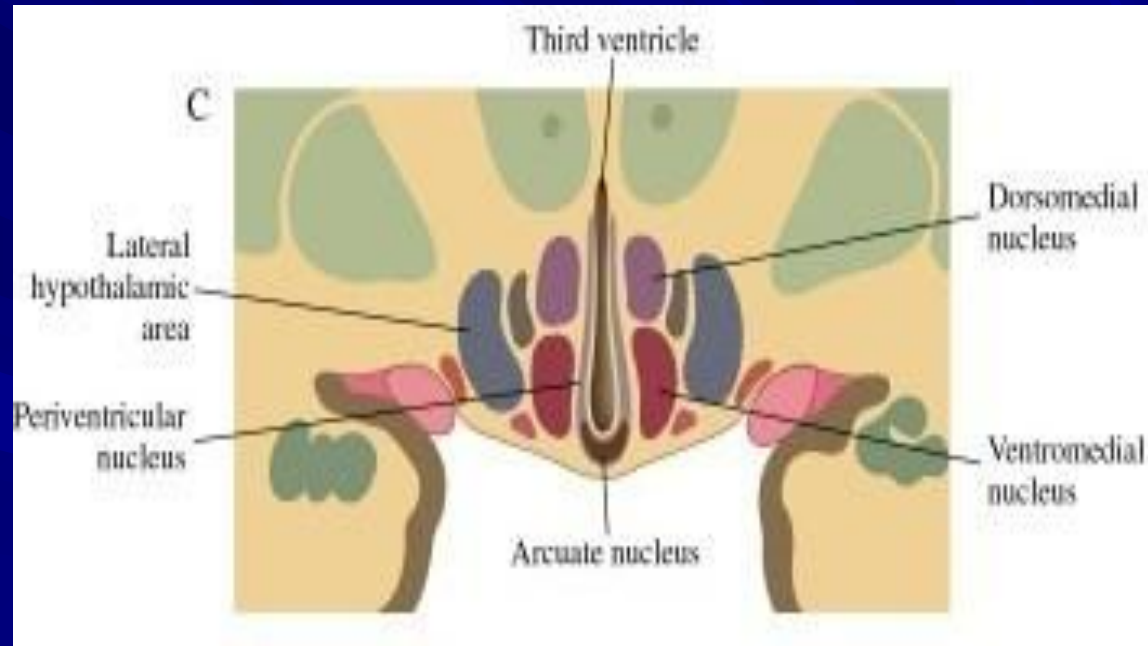
## Введение

- Одна из главных функций гипоталамуса - поддержание **гомеостаза** организма.
- **Гомеостаз** – это постоянство внутренней среды организма (температуры, давления крови, содержания сахара в крови и т.д.).
- **Гомеостазис** – процессы регуляции, с помощью которых поддерживается гомеостаз.

# Секреторная функция гипоталамуса

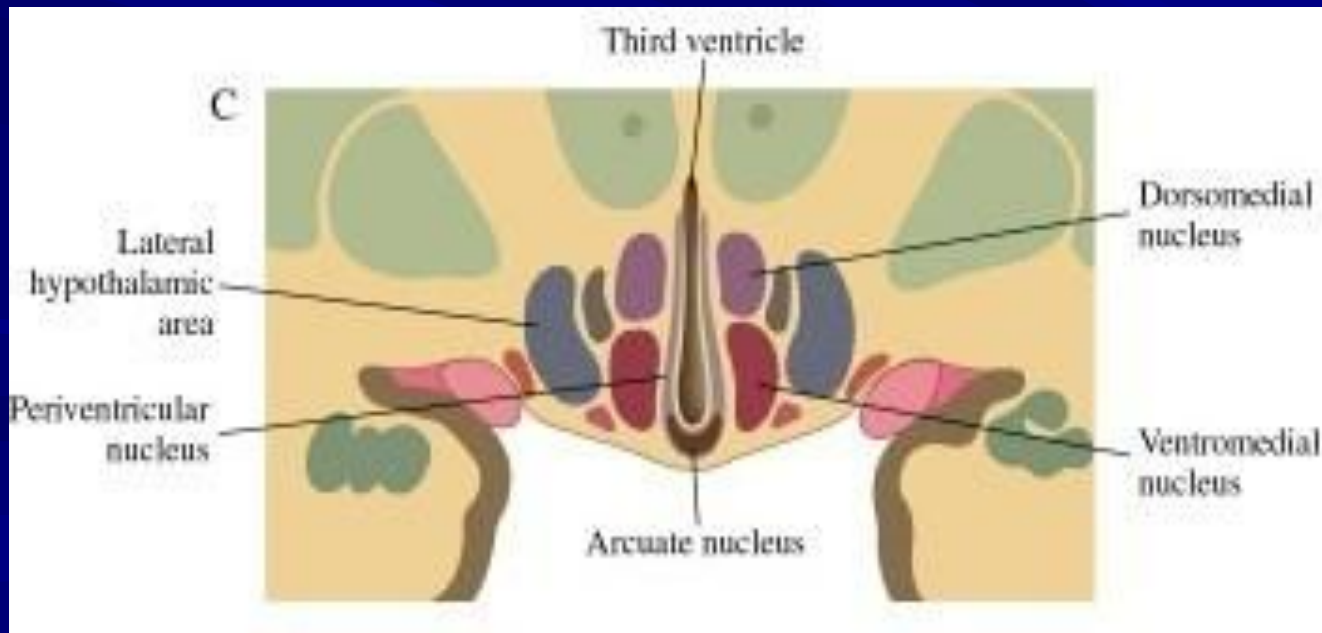
В гипоталамусе выделяют три зоны:

1. латеральная
2. медиальная
3. паравентрикулярная



# Секреторная функция гипоталамуса

- В паравентрикулярной зоне находится три типа нейронов с различными функциями:
  1. нейроны *супрахиазмального ядра*;
  2. командные нейроны *вегетативной нервной системы*;
  3. *нейросекреторные нейроны*.



# Секреторная функция гипоталамуса

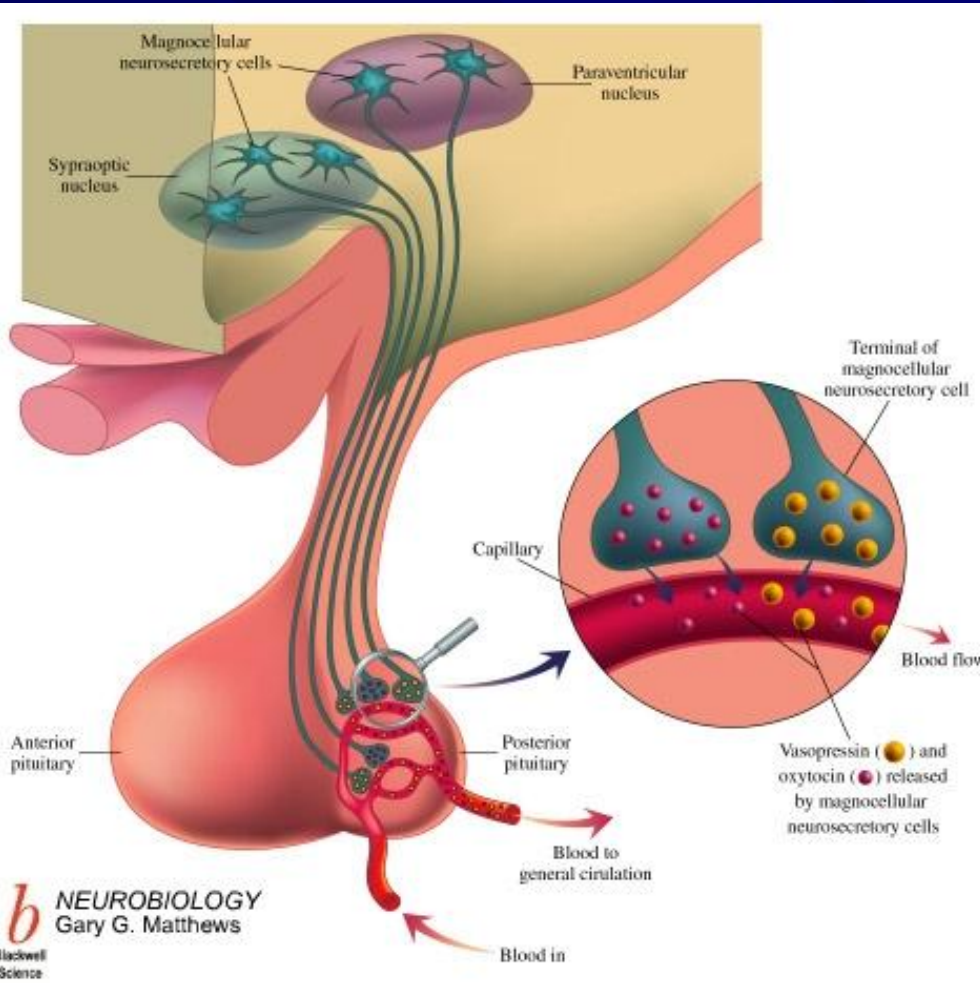
## Нейросекреторные нейроны

- Эти нейроны регулируют функции гипофиза:

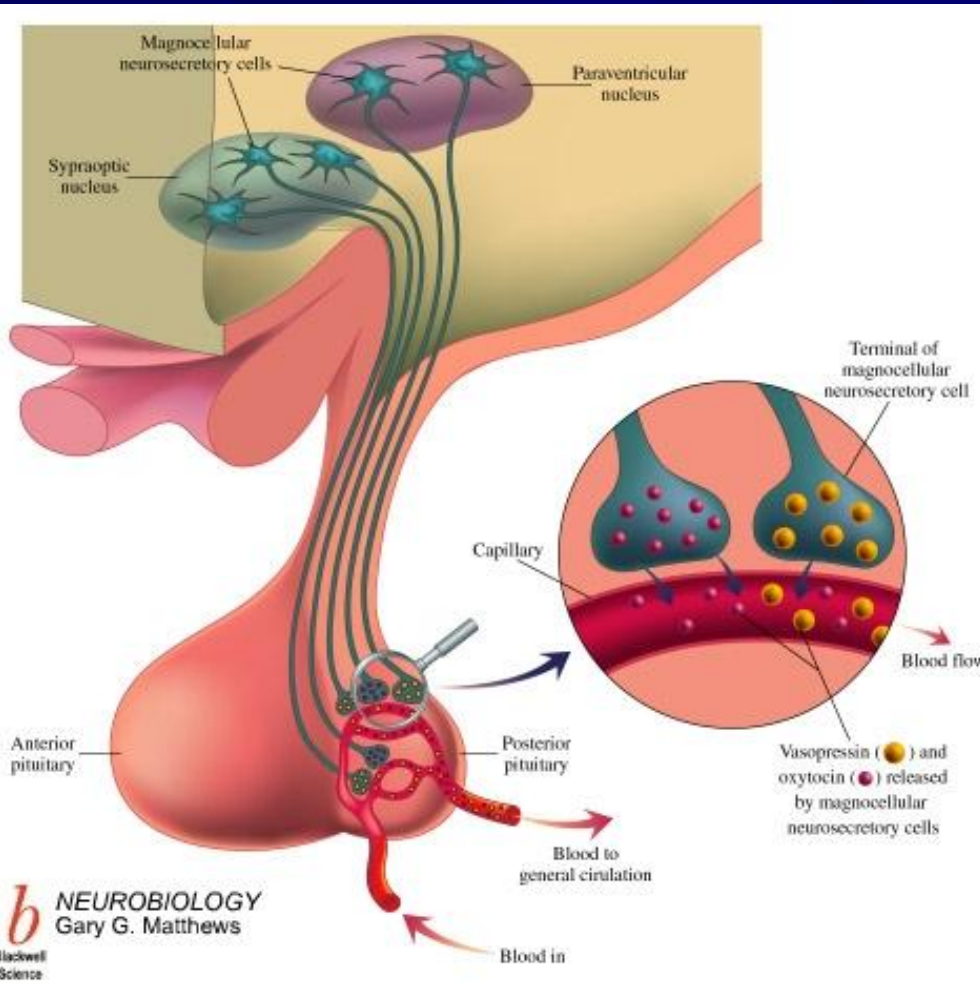
1. **аденогипофиза**
2. **нейрогипофиза**

## Регуляция нейрогипофиза

3. Осуществляется с помощью двух крупных ядер
  1. супраоптическое ядро (**вазопрессин**)
  2. паравентрикулярное ядро (**окситоцин**)

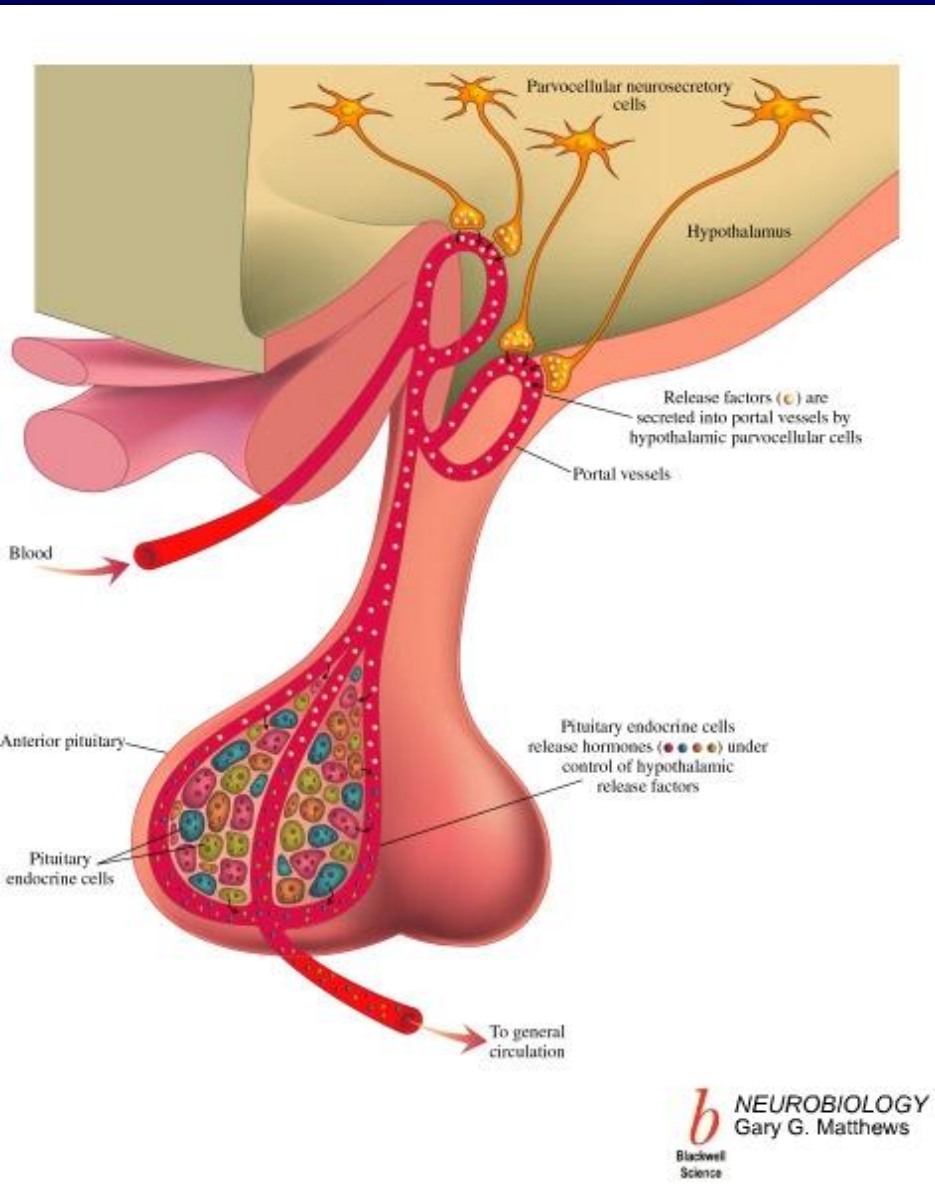


# Секреторная функция гипоталамуса



- **Окситоцин**
  1. вызывает сокращение матки во время родов;
  2. стимулируют выработку молока молочными железами.
- **Вазопрессин** (антидиуретический гормон)
  - Регулирует водно-солевой обмен.
  - При недостатке воды в организме происходит выброс вазопрессина в кровь.
  - Гормон воздействует на почки – уменьшая мочевыделение.

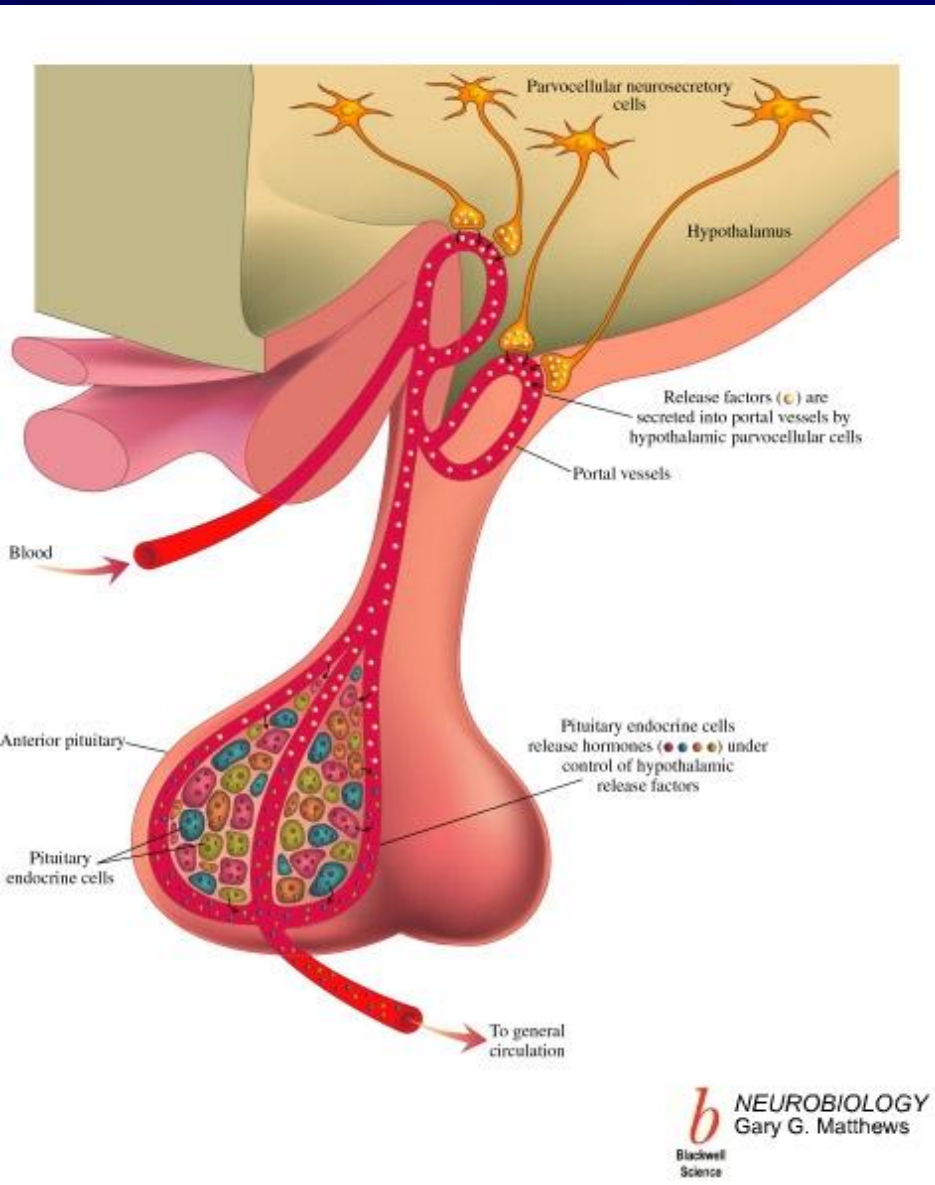
# Секреторная функция гипоталамуса



## Регуляция аденогипофиза

- Аденогипофиз синтезирует различные гормоны, которые регулируют работу желез внутренней секреции.
- Аденогипофиз находится под контролем гипоталамуса.
- Нейроны мелких ядер гипоталамуса вырабатывают **рилизинг-факторы** (гипофизотропные гормоны):
  1. **либерины** (активируют активность эндокринных клеток гипофиза)
  2. **статины** (тормозят активность эндокринных клеток гипофиза).

# Пример





# Секреторная функция гипоталамуса

- По схожему механизму действуют и другие гипофизотропные гормоны, которые регулируют выработку гипофизом таких гормонов как
  1. **тиреотропный гормон** (ТТГ),
  2. **лютеотропин** (ЛТ),
  3. **пролактин**,
  4. **фоллитропин** (ФСГ),
  5. **соматотропин**.
- Таким образом, выброс гипоталамических гормонов может приводить к широким изменениям в физиологии организма и мозга.

# Физиология автономной нервной системы

- **Автономная нервная система (АНС)** – это комплекс центральных и периферических клеточных структур, регулирующих функциональный уровень внутренней жизни организма.
- Автономная нервная система реализует свои функции автоматически, без сознательного, произвольного контроля.

# Физиология автономной нервной системы

## Различия автономной и соматической нервной системы

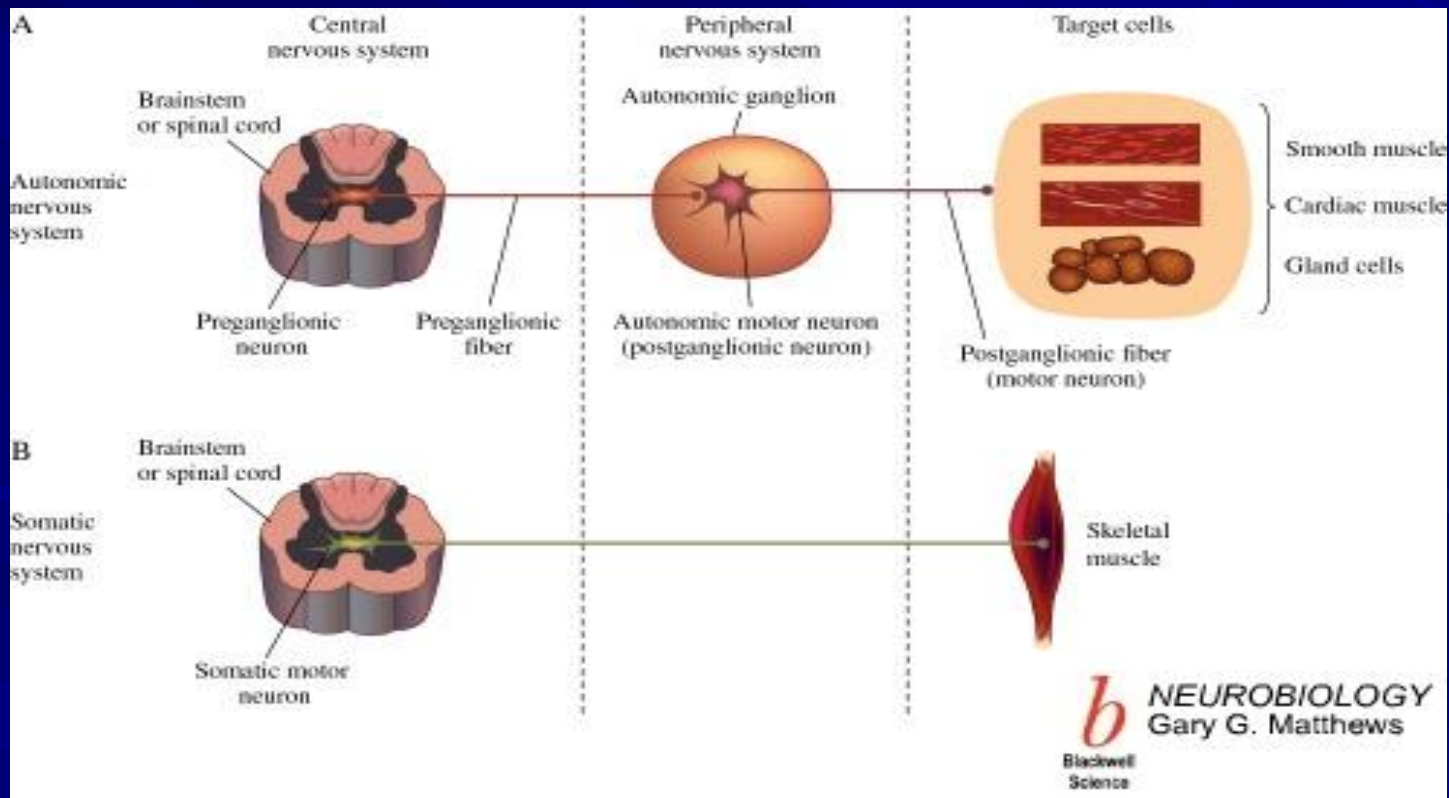
### 1. Различия в эффекторах

- **Соматическая нервная система** иннервирует скелетную мускулатуру.
- **Автономная нервная система** иннервирует все внутренние органы и ткани организма:
  - 1. гладкую мускулатуру внутренних органов
  - 2. сердечную мускулатуру
  - 3. железы внутренней секреции
  - 4. железы внешней секреции

# Физиология автономной нервной системы

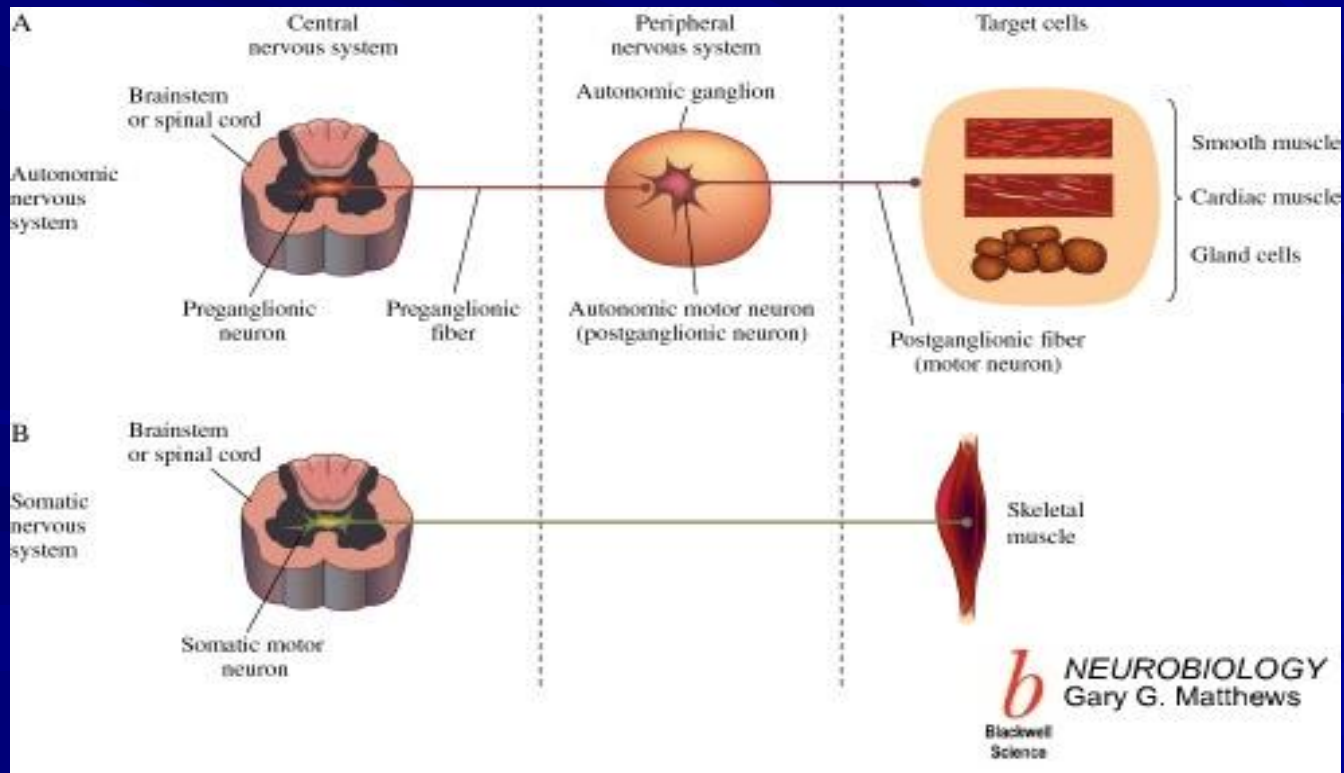
## 2. Различия в положении эфферентных нейронов

1. Все мотонейроны **соматической НС** находятся внутри ЦНС (в составе вентральных рогов спинного мозга или ствола мозга).
2. Все эфферентные нейроны **автономной НС** находятся за пределами ЦНС в разнообразных нервных ганглиях.



# Физиология автономной нервной системы

- В нервных ганглиях находятся **постганглионарные нейроны**, которые, в свою очередь, управляются **преганглионарными нейронами**, которые находятся в сером веществе спинного мозга (боковые рога) или в стволе мозга.
- Таким образом, соматическая моторная система управляет мышцами по **моносинаптическому пути**, а АНС использует **дисинаптический путь**.



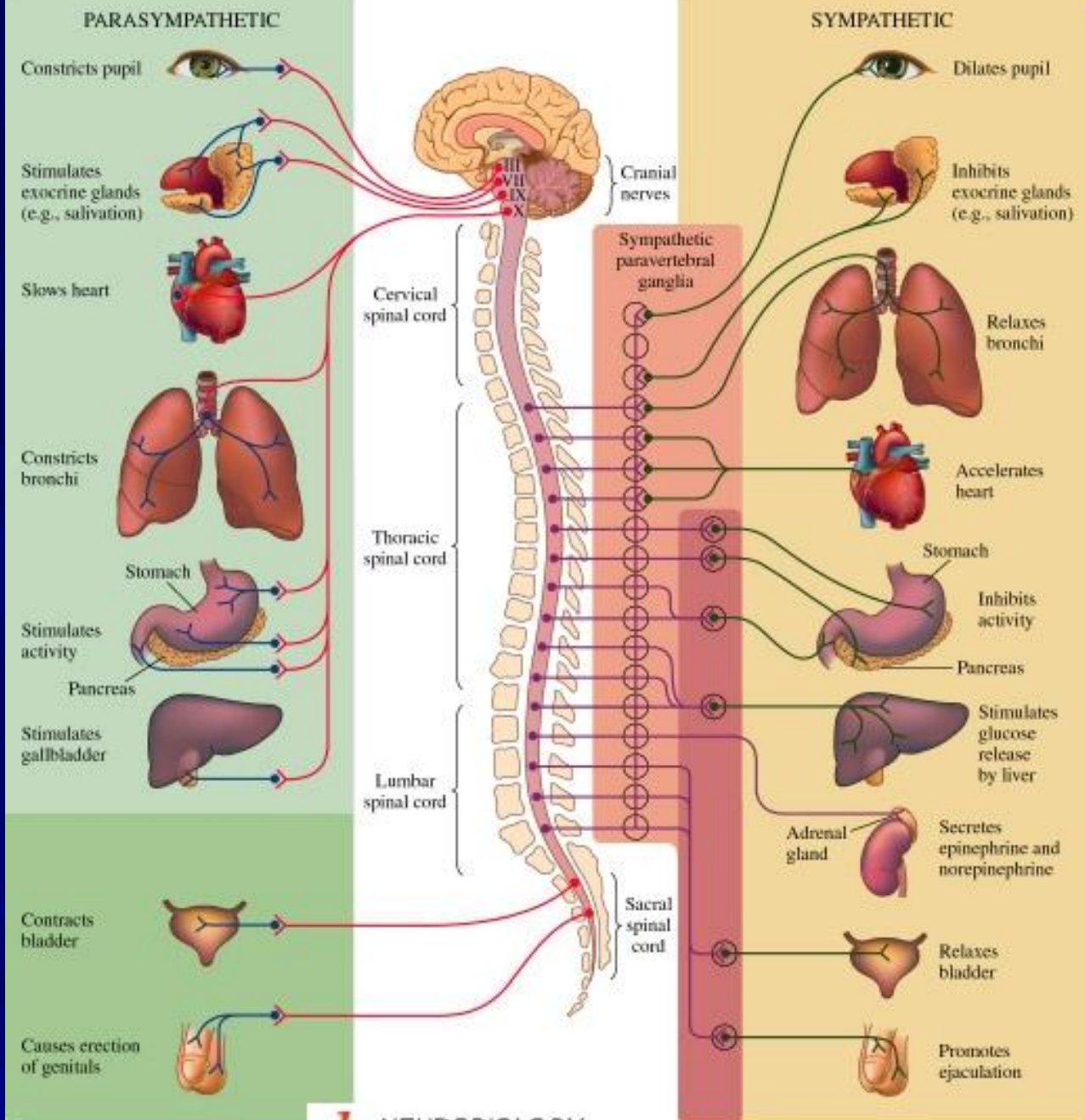
# Физиология автономной нервной системы

## Строение автономной нервной системы

- АНС подразделяется на
  1. **симпатическую** нервную систему (СНС)
  2. **парасимпатическую** нервную систему (ПНС).

## **СНС** и **ПНС**

1. оказывают разное (чаще всего противоположное) влияние на организм
2. используют разные пути, которые отличаются как по структуре, так и по используемым медиаторам.



	<b>Место расположения преганглионарного нейрона</b>	<b>Место расположения постганглионарного нейрона</b>	<b>Медиатор</b>	<b>Эффект</b>
<b>СНС</b>	1) Грудной отдел СМ; 2) Поясничный отдел СМ	1) Симпатические стволы рядом со СМ; 2) Узлы симпатических сплетений брюшной полости и таза	Норадреналин	Состояние «борьбы и бегства»
<b>ПНС</b>	1) Крестцовый отдел СМ; 2) Ствол мозга (ядра черепно-мозговых нервов)	Парасимпатические сплетения рядом с иннервируемыми органами	Ацетилхолин	Состояние «отдыха и восстановления»



	<b>СНС</b>	<b>ПНС</b>
<b>Сердце</b>	Увеличение частоты и силы сердечных сокращений	Уменьшение частоты и силы сердечных сокращений
<b>Кровоток</b>	Кровь отливает от кожи и внутренних органов к мышцам и мозгу	Перераспределение кровотока к пищеварительному тракту
<b>Пищеварительная система</b>	Ослабление	Усиление
<b>Дыхательная система</b>	Увеличение частоты дыхания и усиление газообмена	Уменьшение частоты дыхания
<b>Защитные реакции</b>	Мобилизация защитных реакций (иммунные механизмы, механизмы свертывания крови)	
<b>Гормональная система</b>	Включение гормональных реакций, характерных для стресса (глюкокортикоиды, адреналин).	
	Активизация деятельности ЦНС	
	Увеличение содержания сахара в крови	Уменьшение содержания сахара в крови
	Расширение зрачков	Сужение зрачков

# Физиология автономной нервной системы

- Не все органы получают двойную иннервацию.
- Кровеносные сосуды кожи и потовые железы иннервируются только **СНС**.
- Слезные железы иннервируются только **ПНС**.

# Физиология автономной нервной системы

## Основные нервные центры АНС

- Высшим центром автономной нервной системы являются ядра гипоталамуса:
  1. **эрготропные** ядра (СНС)
  2. **трофотропные** ядра (ПНС).
- Ядро **блуждающего нерва** является одним из наиболее важных исполнительных центров АНС.
  1. интегрирует сенсорную информацию от всех внутренних органов
  2. воздействует на все органы грудной и брюшной полости
  3. координирует деятельность других вегетативных ядер ствола мозга (**ядра языкоглоточного, лицевого и глазодвигательного нерва**).

# Физиология автономной нервной системы

## Сравнение активности СНС и ПНС

- **СНС** – это система тревоги, «защиты», мобилизации резервов, необходимых для активного взаимодействия организма с внешней средой. Она обеспечивает быструю, «аварийную» мобилизацию энергетических ресурсов.
- **ПНС** – это система текущей регуляции физиологических процессов, обеспечивающая гомеостаз организма. Она непрерывно корригирует сдвиги, вызванные влиянием деятельности СНС, восстанавливает и сохраняет гомеостаз.

# Диффузные модуляторные системы мозга

- Диффузные модуляторные системы (ДМС) - это нейронные системы мозга, которые имеют диффузные связи со структурами мозга и оказывают на них модулирующий эффект.
- ДМС регулируют уровень возбудимости больших ансамблей нейронов, уменьшая или увеличивая их возбудимость, а также их синхронную активность.
- ДМС имеют несколько общих принципов организации.

# Диффузные модуляторные системы мозга

- Принципы организации ДМС:

1. Основой **ДМС** является немногочисленный набор нейронов (несколько тысяч)
2. Нейроны **ДМС** находятся, в основном, в *стволе мозга*
3. Каждый нейрон в составе **ДМС** может воздействовать на большое количество нейронов (их разветвленные аксоны могут образовывать до 100 000 контактов с нейронами)
4. Аксонные окончания этих нейронов выбрасывают медиаторы не только в синаптическую щель, но и в *межклеточную жидкость* (благодаря этому также достигается диффузное воздействие на нейроны)
5. Медиаторы **ДМС** действуют через *метаботропные рецепторы* мембран.

# Диффузные модуляторные системы мозга

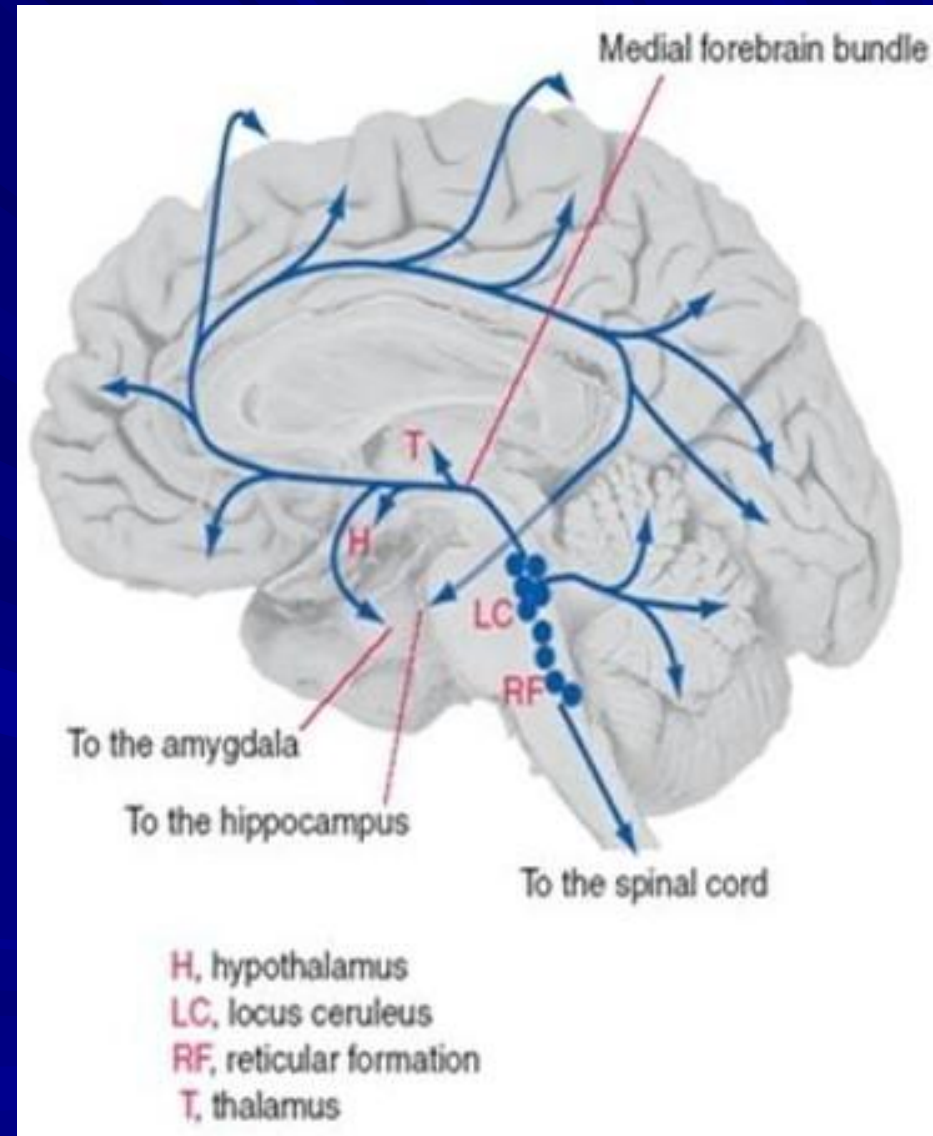
Выделяют четыре диффузных модуляторных систем:

1. **норадреналинэргическая** (голубое пятно)
2. **серотонинэргическая** (ядра шва)
3. **дофаминэргическая** (черная субстанция)
4. **ацетилхолинэргическая** (ядра перегородки).

# Норадреналинергическая система мозга

- Анатомический субстрат - **голубое пятно** (парное ядро, которое находится в мосту мозга).
- Каждое ядро содержит примерно 12 000 нейронов.
- Медиатор – **норадреналин**.
- Аксоны нейронов собираются в несколько трактов, которые направляются практически во все части и структуры мозга:

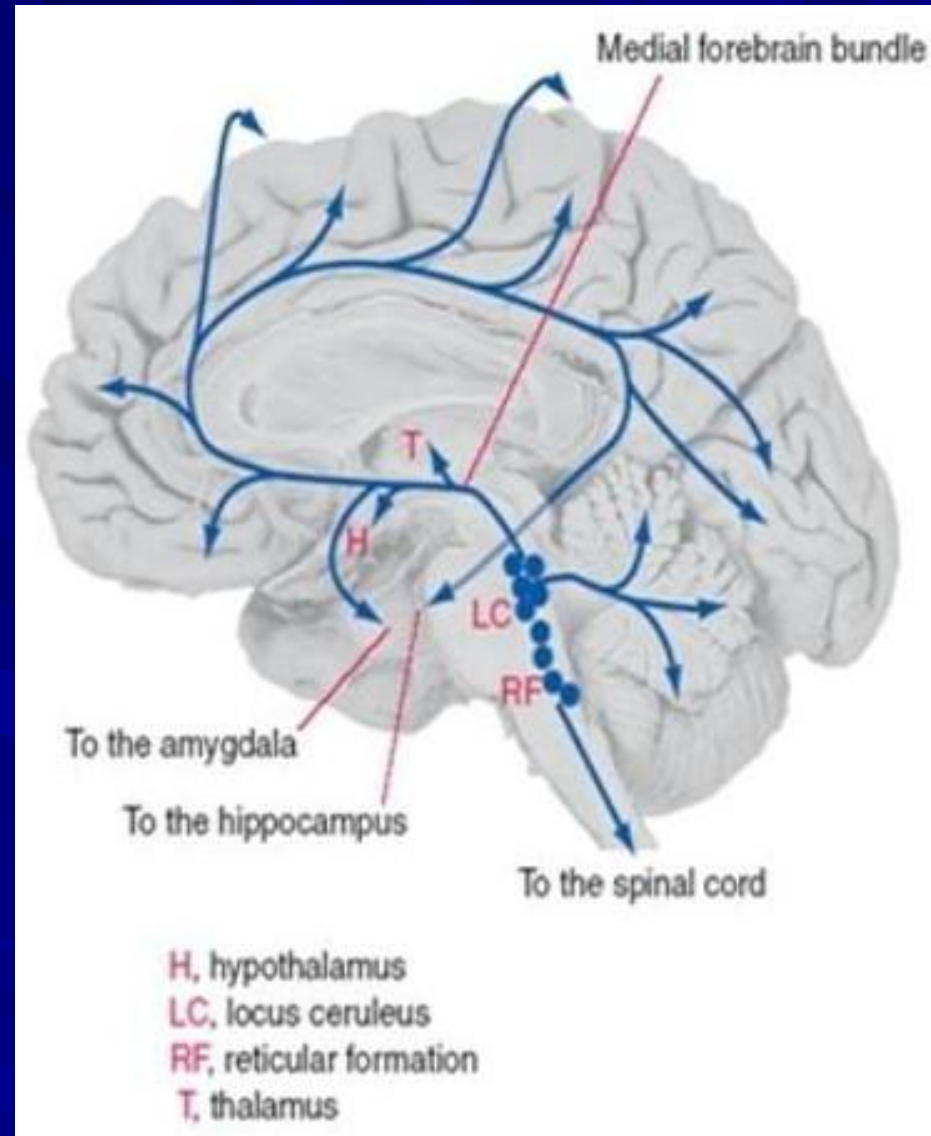
1. кору больших полушарий
2. таламус
3. гипоталамус
4. мозжечок
5. средний мозг
6. спинной мозг





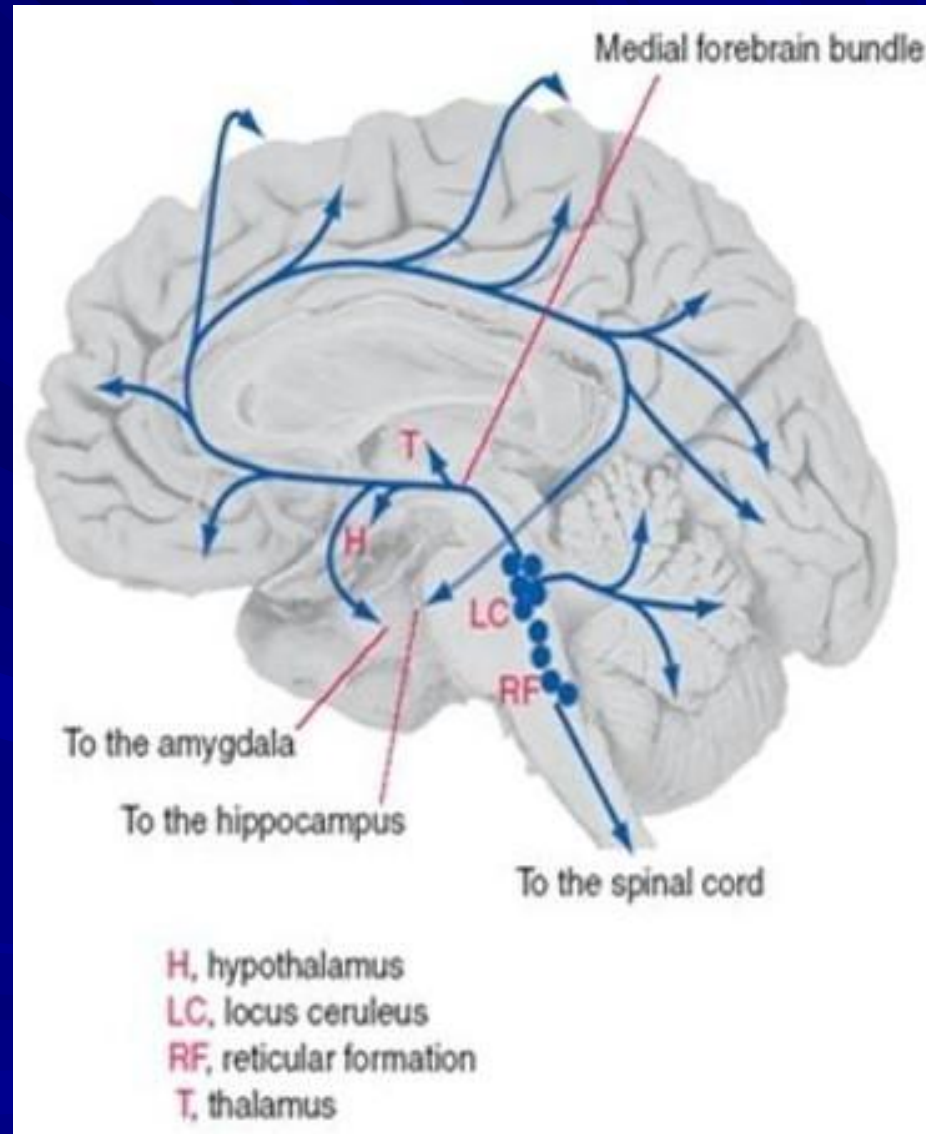
# Норадреналинэргическая система мозга

- Нейроны **голубого пятна** имеют самые разветвленные аксоны в мозге (один нейрон может образовывать до 250 000 синапсов в мозге).
- **Голубое пятно** участвует в многообразных функциях:
- *регуляция цикла сон-бодрствование*
- *регуляция возбуждения*
- *непроизвольное внимание*
- *тревожность*
- *настроение*
- *обучение и память*



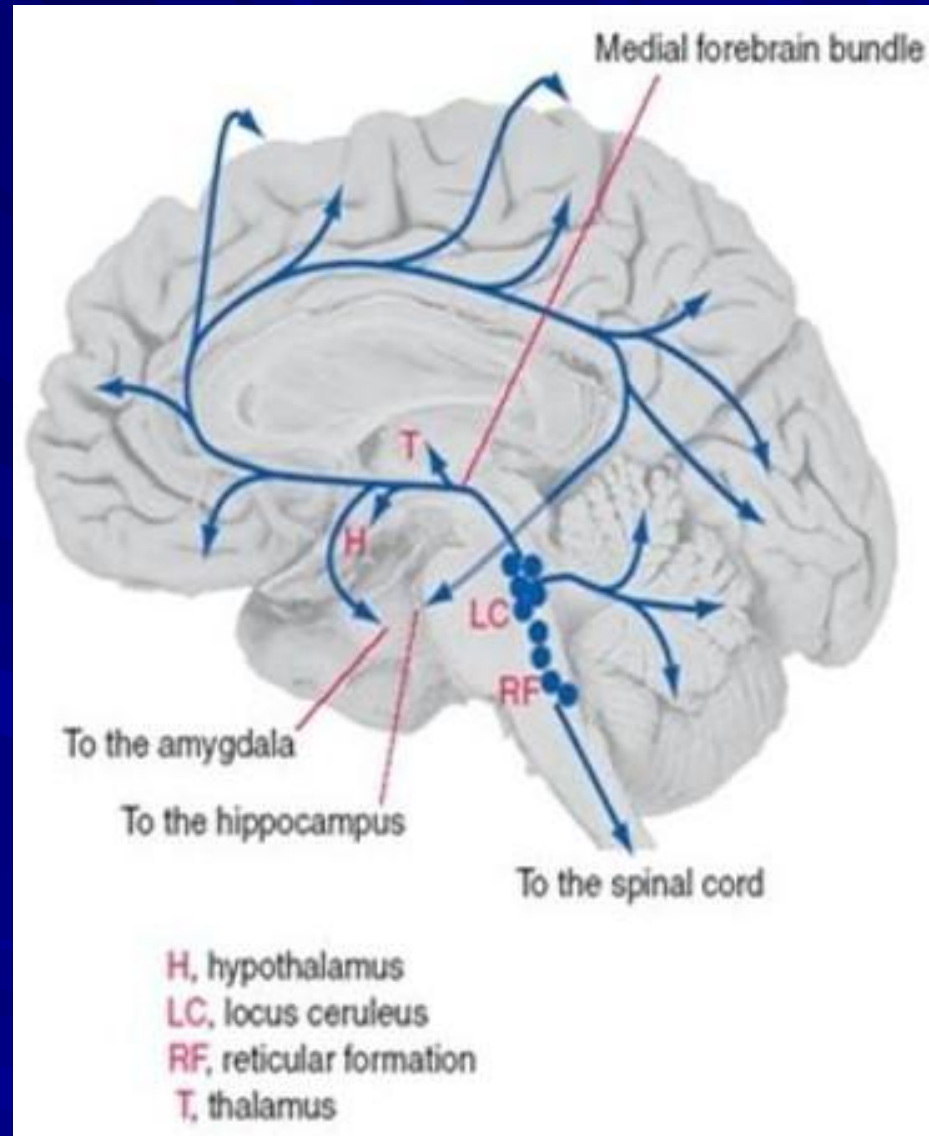
# Норадреналинэргическая система мозга

- Нейроны **голубого пятна** возбуждаются в ответ на новые, неожиданные внешние стимулы.
- Предполагается, что **голубое пятно** участвует в общем возбуждении мозга, которое наблюдается во время интересных внешних событий.



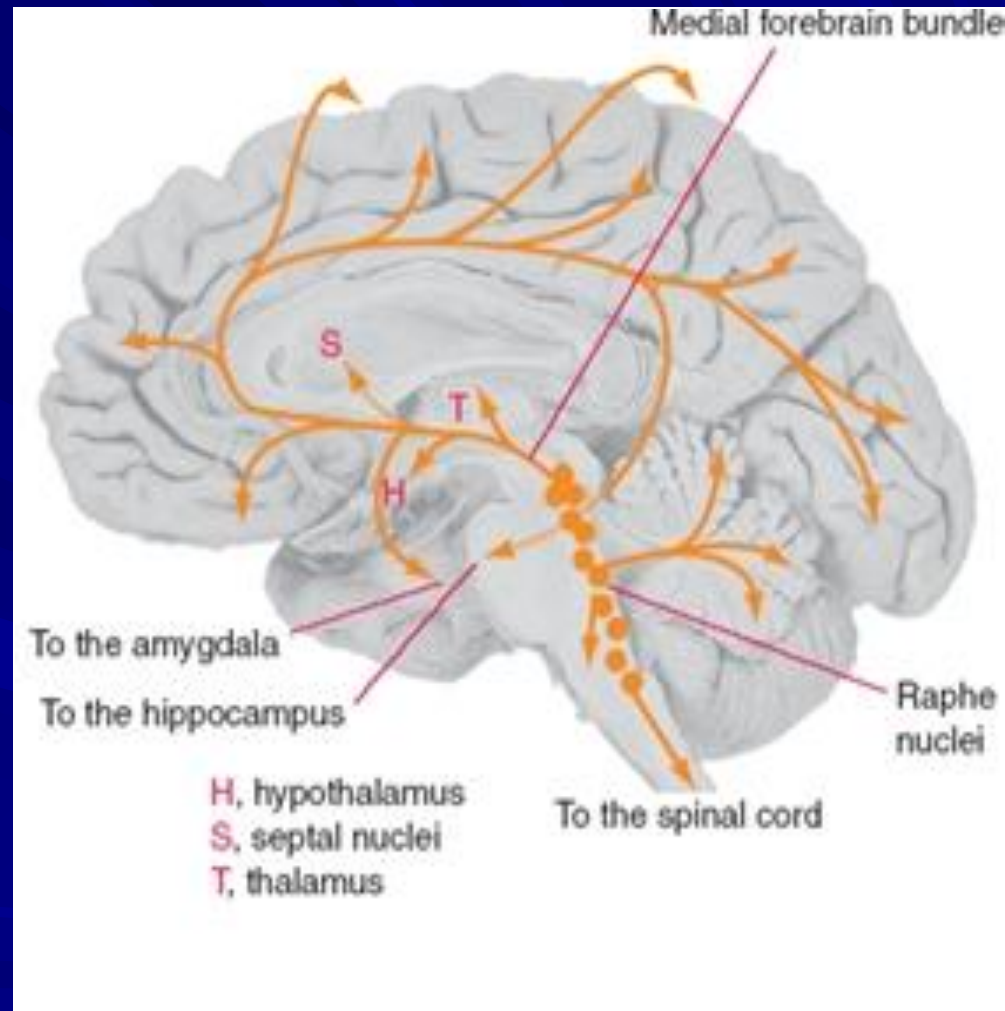
# Норадреналинэргическая система мозга

- **Норадреналин** может увеличивать чувствительность нейронов коры к слабым сенсорным стимулам.
- Поэтому предполагается, что **голубое пятно** может
  1. увеличивать общую способность мозга к реагированию на внешние стимулы
  2. увеличивать скорость и эффективность обработки информации в нервной системе.



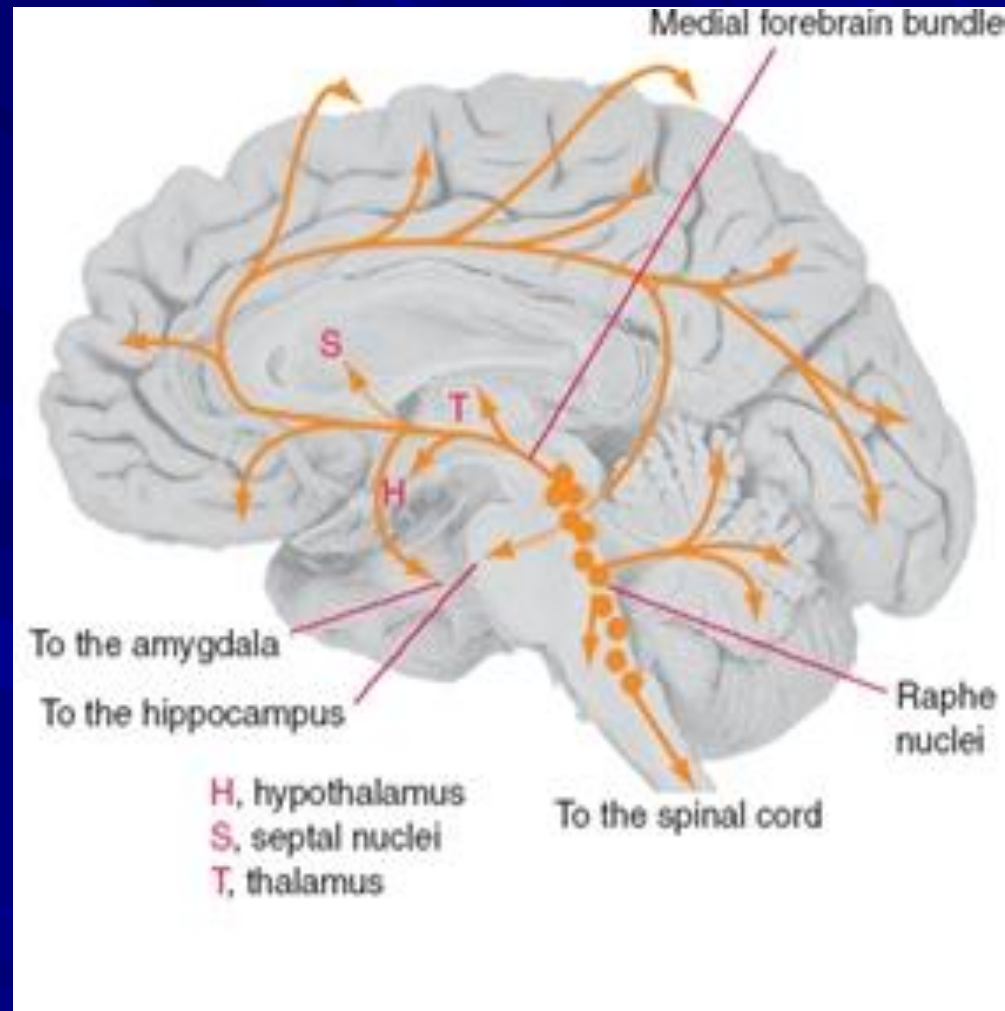
# Серотонинэргическая система

- Анатомический субстрат - девять **ядер шва**
- **Ядра шва** находятся в стволе мозга (от продолговатого мозга до среднего мозга)
- Медиатор - **серотонин**.
- Ядра шва в **продолговатом мозге**
  1. иннервируют **спинной мозг**
  2. модулируют передачу информации в проводящих путях СМ, участвующих в восприятии **боли**
  3. влияют на активность спинальных **мотонейронов** и **интернейронов**.



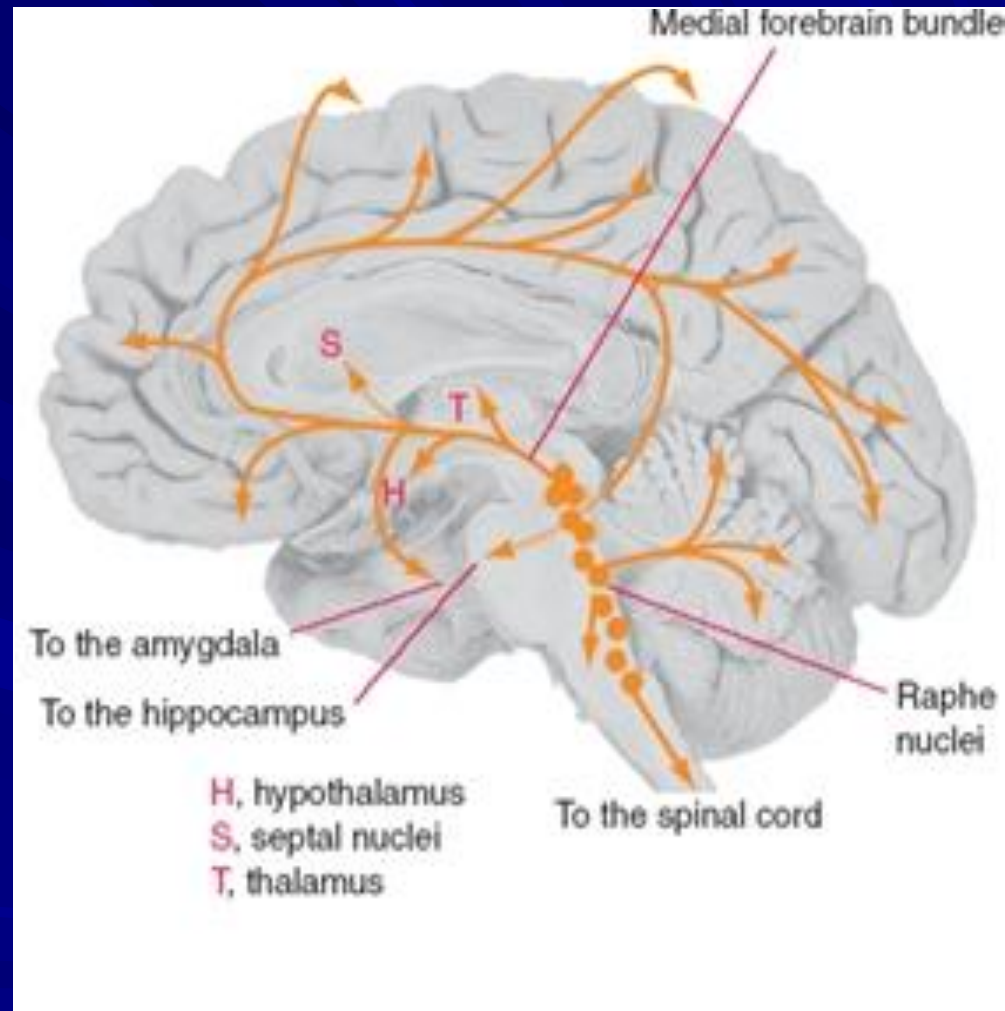
# Серотонинэргическая система

- **Ядра шва** в мосте и среднем мозге иннервируют большую часть головного мозга.
- Нейроны **ядер шва** наиболее активны в состоянии бодрствования, когда организм возбужден и активен.
- Активность **ядер шва** сильно уменьшается во время сна.
- **Голубое пятно** и **ядра шва** являются частью восходящей возбуждающей **ретикулярной формации мозга**.



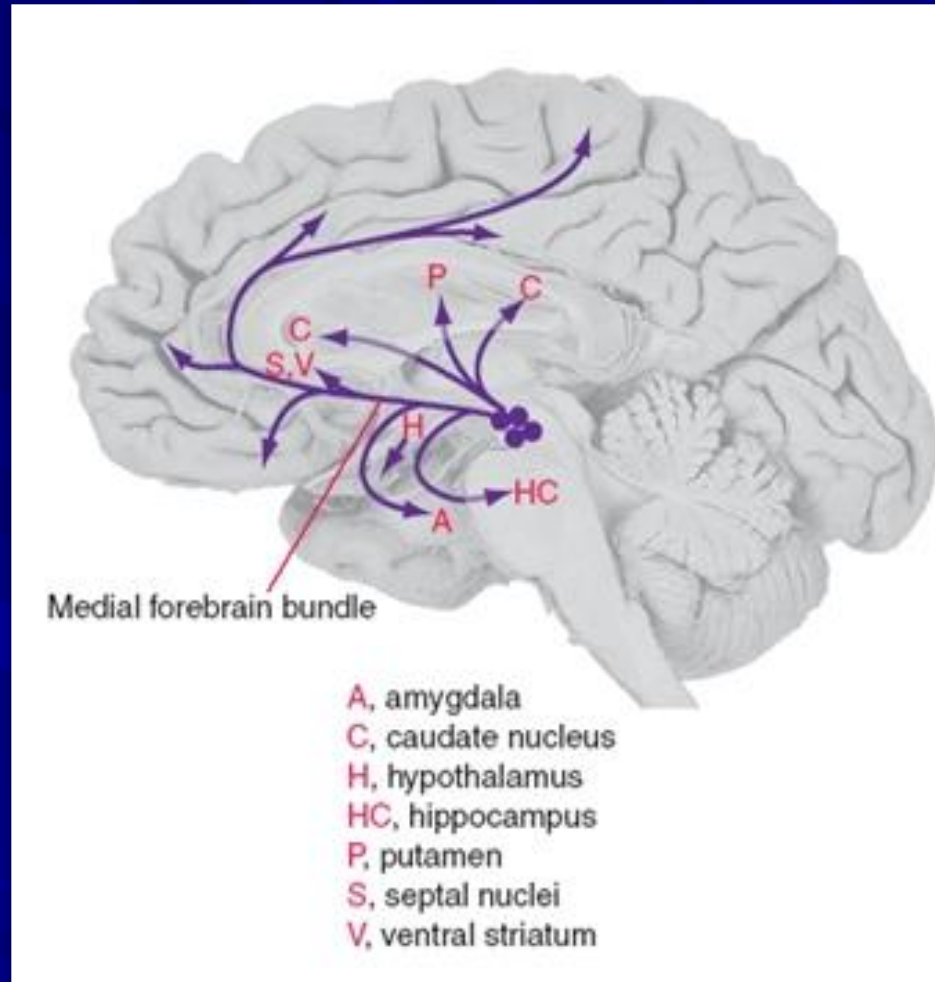
# Серотонинэргическая система

- Предполагается, что **ядра шва**
  1. вовлечены в контроль цикла «**сон-бодрствование**», а также в контроль протекания различных **фаз сна**
  2. контролируют **настроение** и различные типы **эмоционального поведения** (например, агрессию)
  3. участвуют в **когнитивных процессах** (**LSD** вызывает галлюцинации через влияние на **серотонинэргические нейроны**).



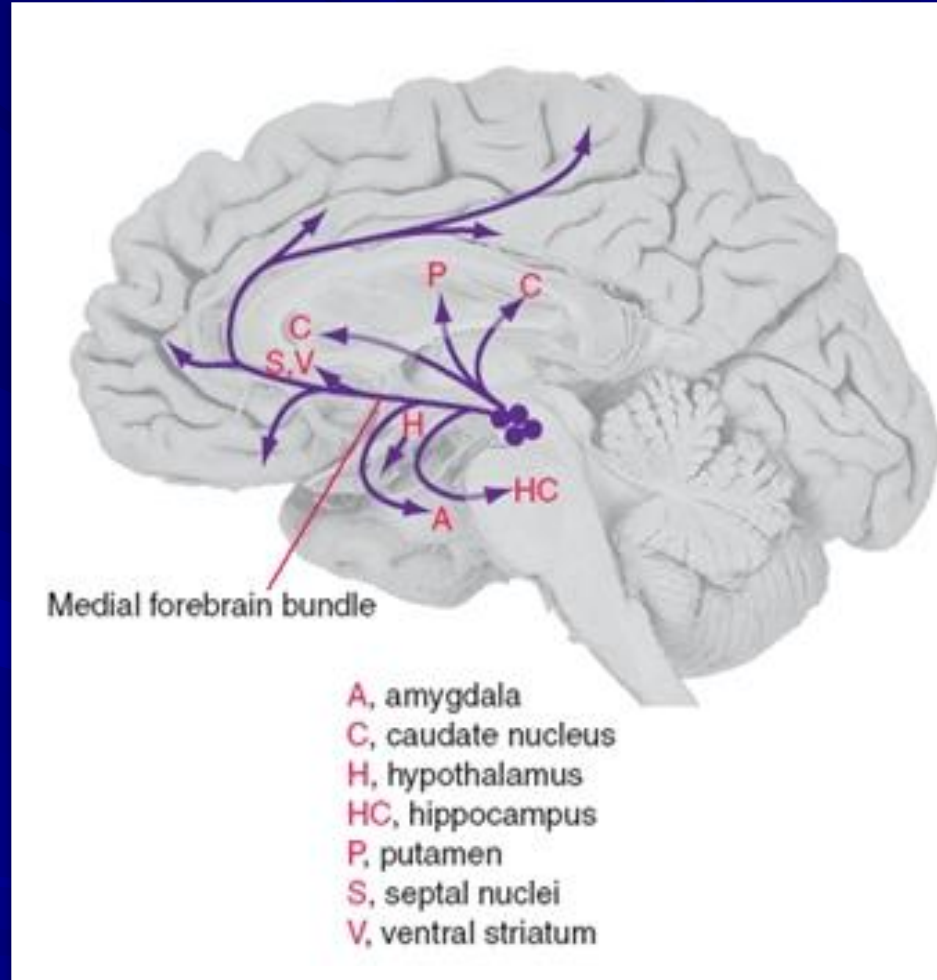
# Дофаминэргическая система

- Анатомический субстрат – два ядра среднего мозга:
  1. **черная субстанция**
  2. **вентральное ядро тегмента.**
- Медиатор – **дофамин.**
- **Черная субстанция** воздействует на **базальные ганглии.**
- Предполагается, что **дофамин** облегчает инициацию моторного ответа на внешние стимулы.



# Дофаминэргическая система

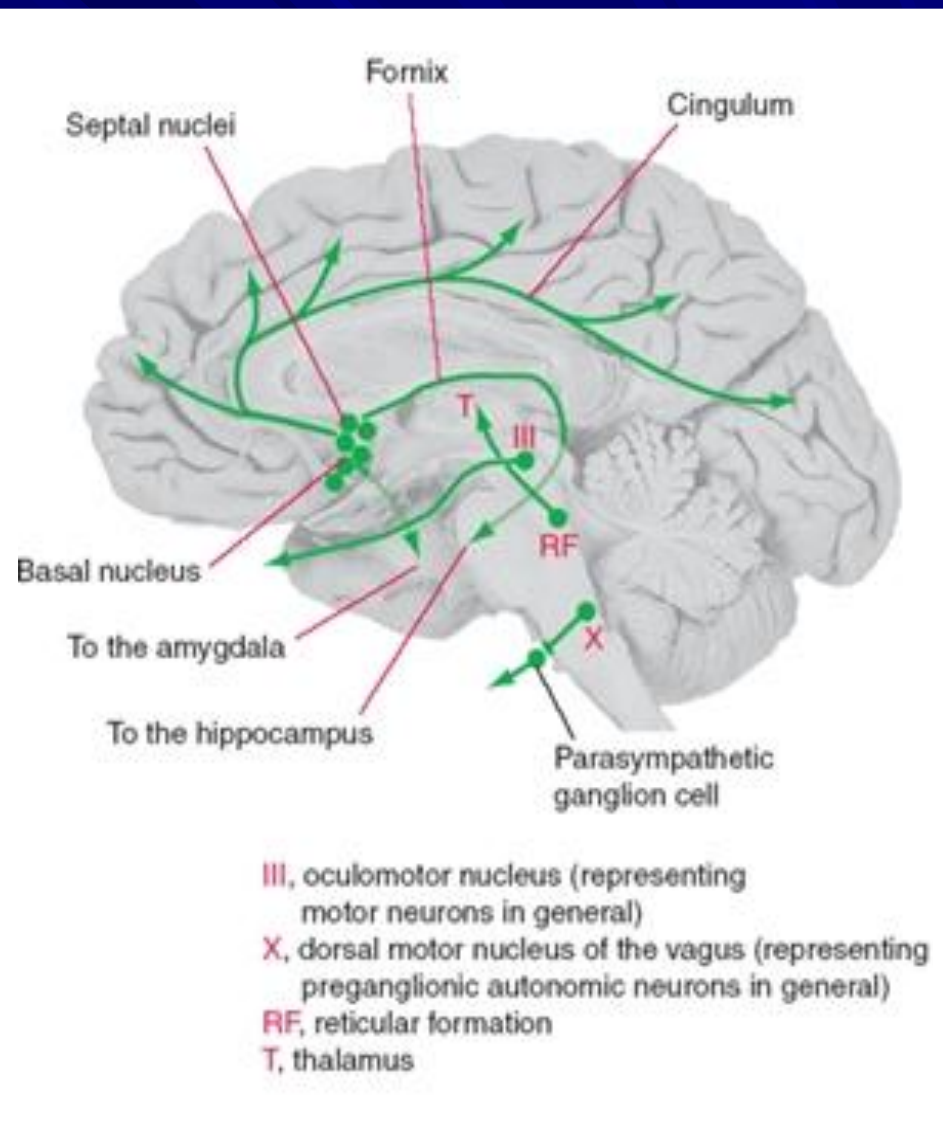
- **Вентральное ядро тегмента** воздействует на
  1. фронтальную кору
  2. лимбическую систему.
- Предполагается, что это ядро вовлечено в **систему подкрепления**, с помощью которой закрепляется адаптивное поведение.





# Ацетилхолинергическая система

- Анатомический субстрат –
  1. **ядра перегородки**
  2. **базальные ядра Мейнерта.**
- Медиатор - **ацетилхолин**
- **Ядра перегородки** воздействуют на **гиппокамп.**
- **Базальные ядра Мейнерта** воздействуют на **неокортекс.**
- Функции этих ядер изучены слабо. Известно, что во время **болезни Альцгеймера** наблюдается дегенерация клеток этих ядер.



# Ацетилхолинергическая система

- Предполагается, что **ацетилхолинергическая система:**

1. вовлечена в регуляцию состояния **бодрствования** (вместе с **серотонинэргической** и **норадреналинэргической** системой)
2. играет специфическую роль в **обучении** и **памяти**.

