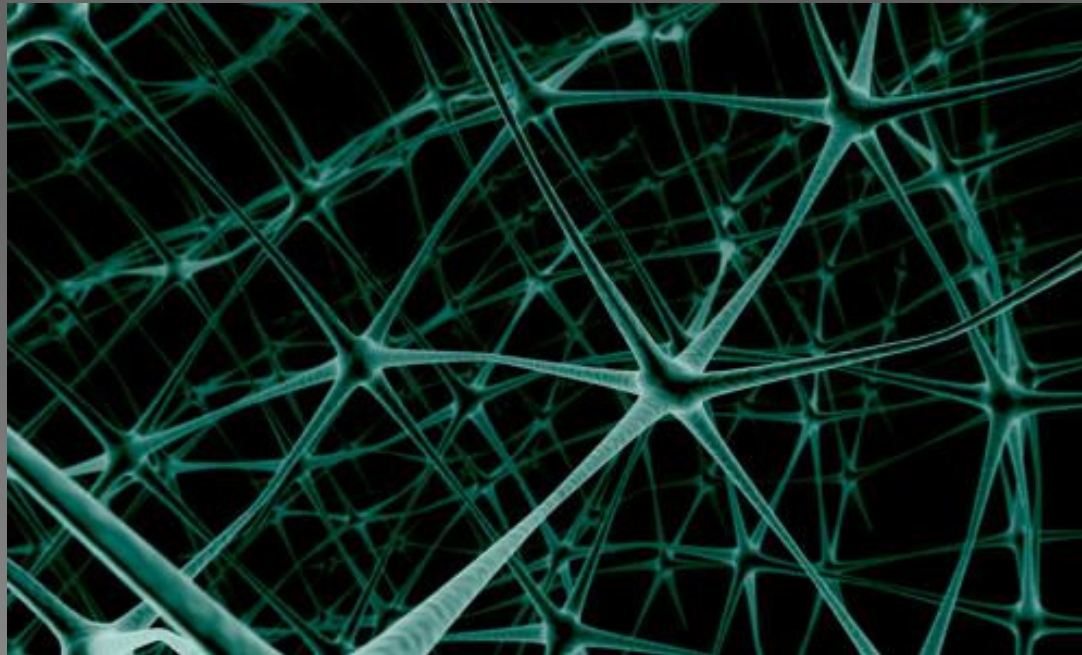


# Медиаторы нервной СИСТЕМЫ

Выполнила студентка  
группы ПСОп-14  
Александрова Инна

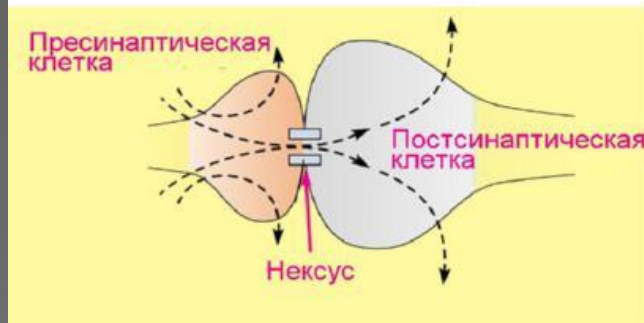
# Медиаторы нервной системы

Медиаторы вегетативной нервной системы – это химические соединения, которые обеспечивают процесс передачи нервного импульса от одной клетки к другой. Тем самым они связывают многочисленные звенья нервной системы в одну цепь, обеспечивая слаженную работу всего организма человека.

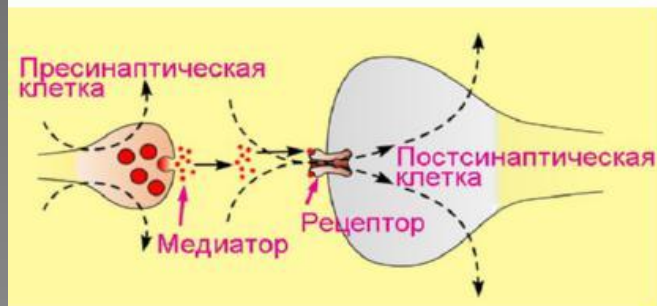


- В ответ на приход нервного импульса к синапсу происходит выброс медиатора; молекулы медиатора соединяются с рецепторами постсинаптической мембраны, что приводит к открыванию ионного канала или к активированию внутриклеточных реакций.

#### • Виды синапсов



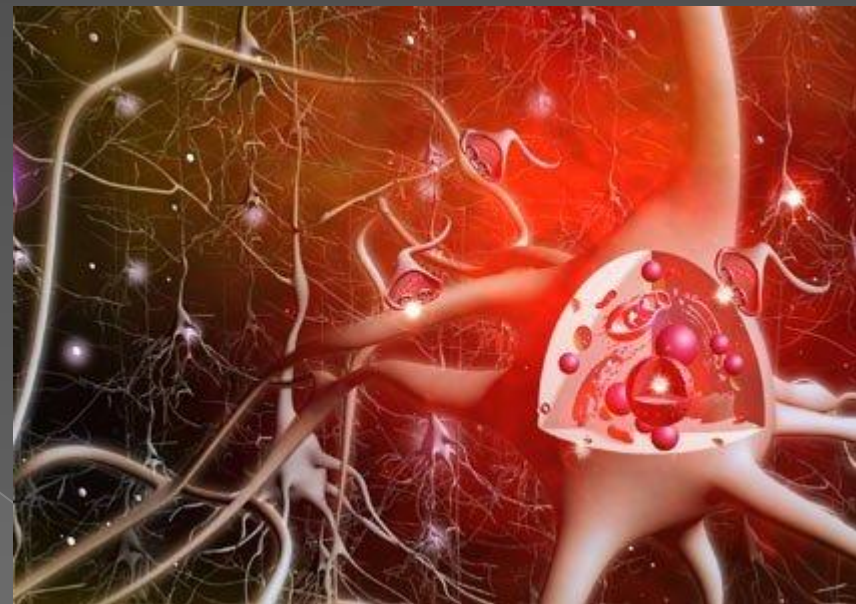
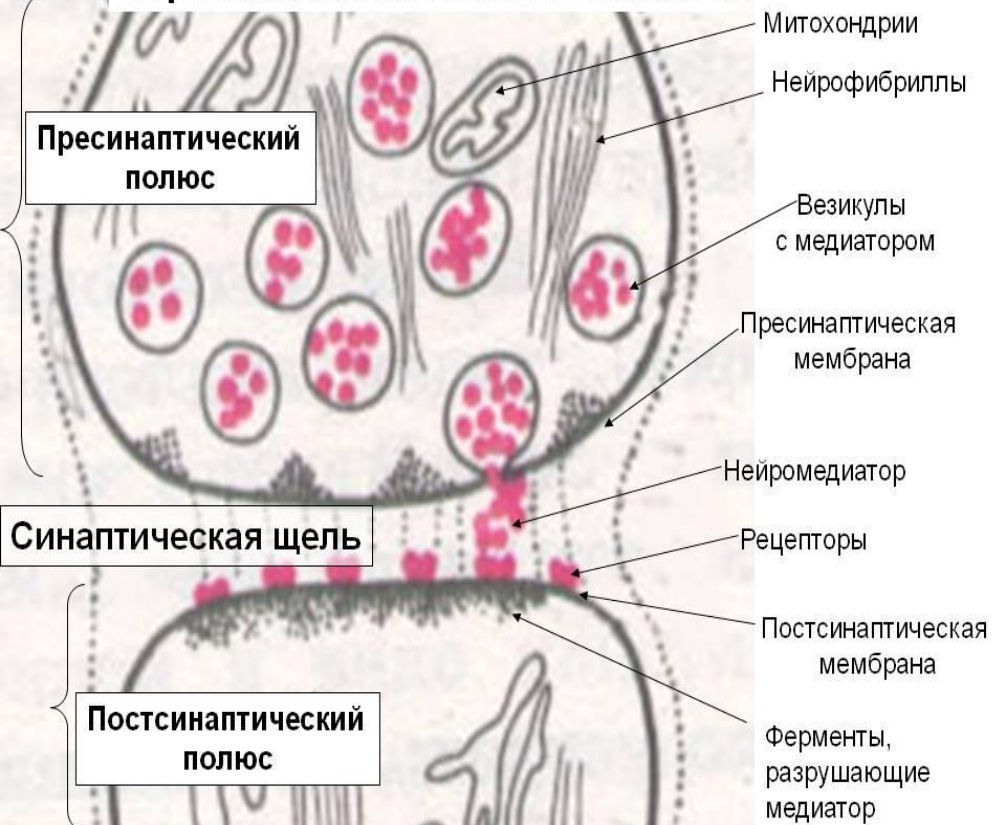
- Электрический синапс  $\approx 1\%$



- Химический синапс  $\approx 99\%$

- Существуют две разновидности синапсов: химические и электрические.
- В электрическом от пресинаптического нейрона к постсинаптическому идет электрический ток.
- В химическом синапсе выделяется медиатор, генерирующий потенциалы на постсинаптической мембране.

## Строение химического синапса



- Благодаря исследованиям последних десятилетий эта схема достаточно усложнилась. Появление иммунохимических методов позволило показать, что в одном синапсе могут сосуществовать несколько групп медиаторов.

- В настоящее время при классификации медиаторных веществ принято выделять медиаторы:
- **1) первичные** – действуют непосредственно на рецепторы постсинаптической мембраны;
- **2)сопутствующие и медиаторы-модуляторы** – запускают каскад ферментативных реакций
- **3)аллостерические медиаторы** – участвуют в кооперативных процессах взаимодействия с рецепторами первичного медиатора.

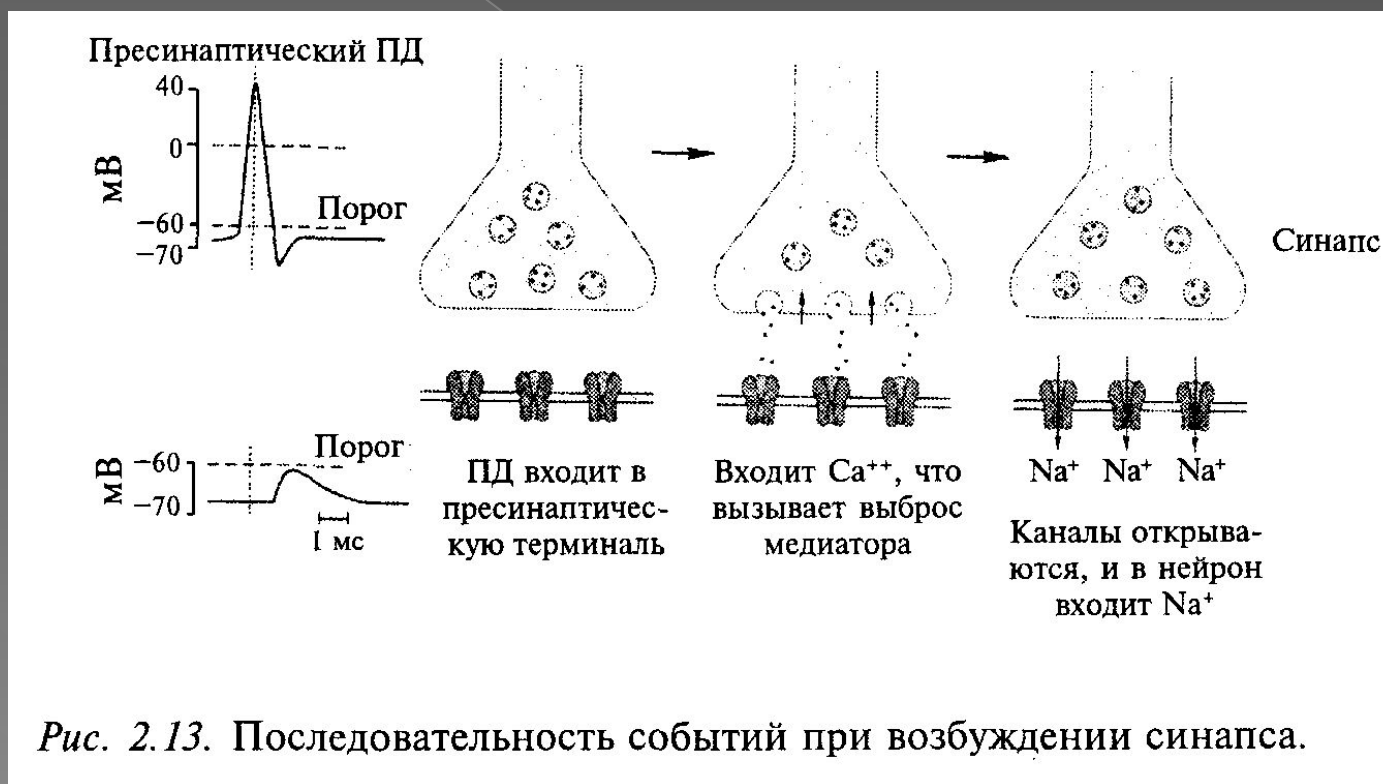
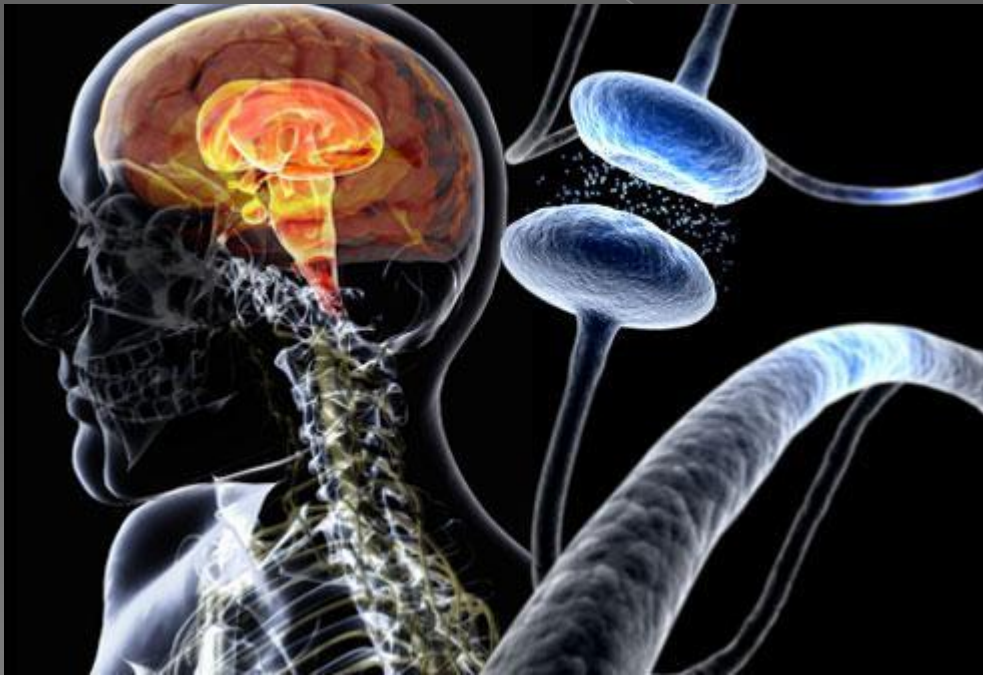
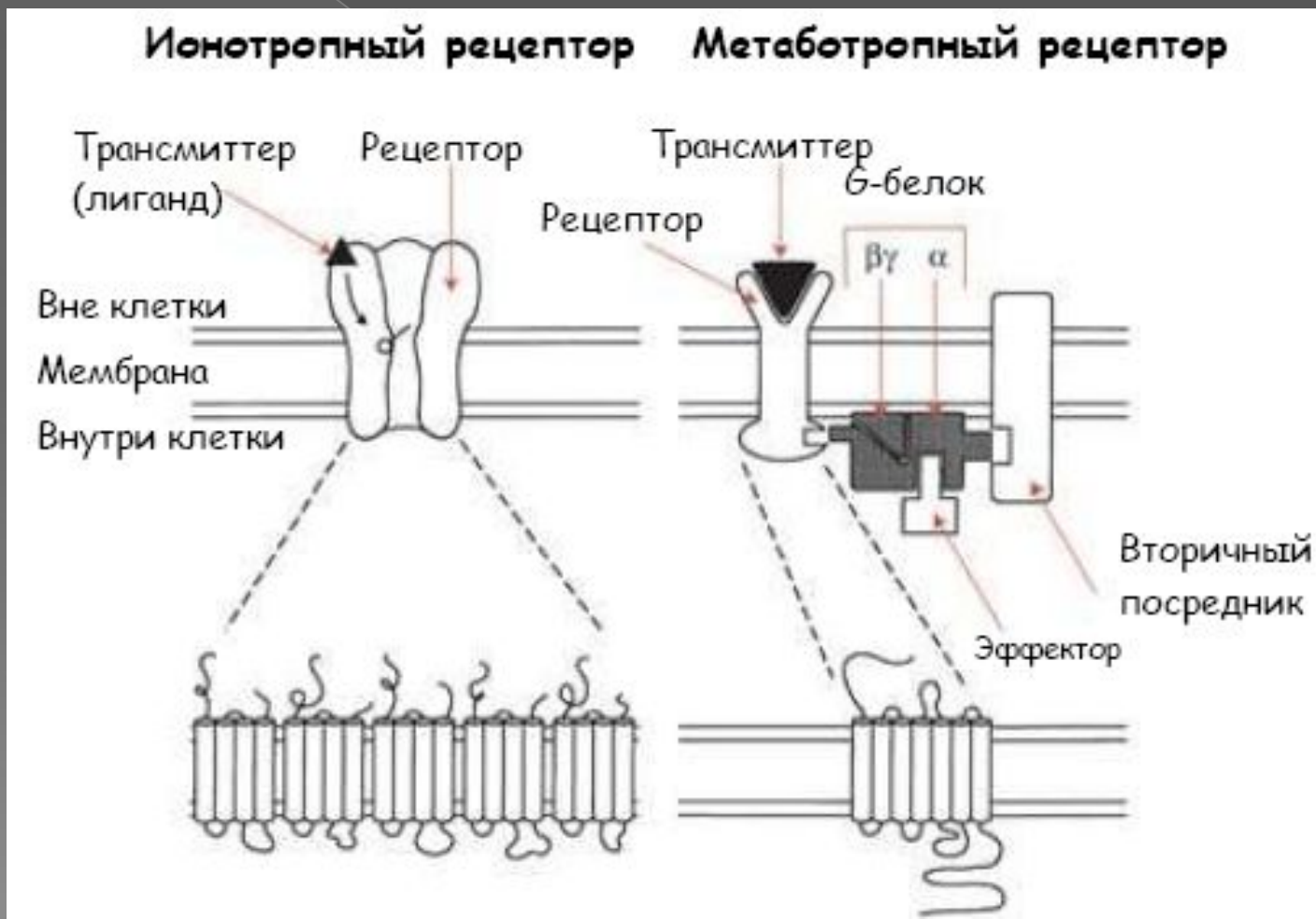


Рис. 2.13. Последовательность событий при возбуждении синапса.

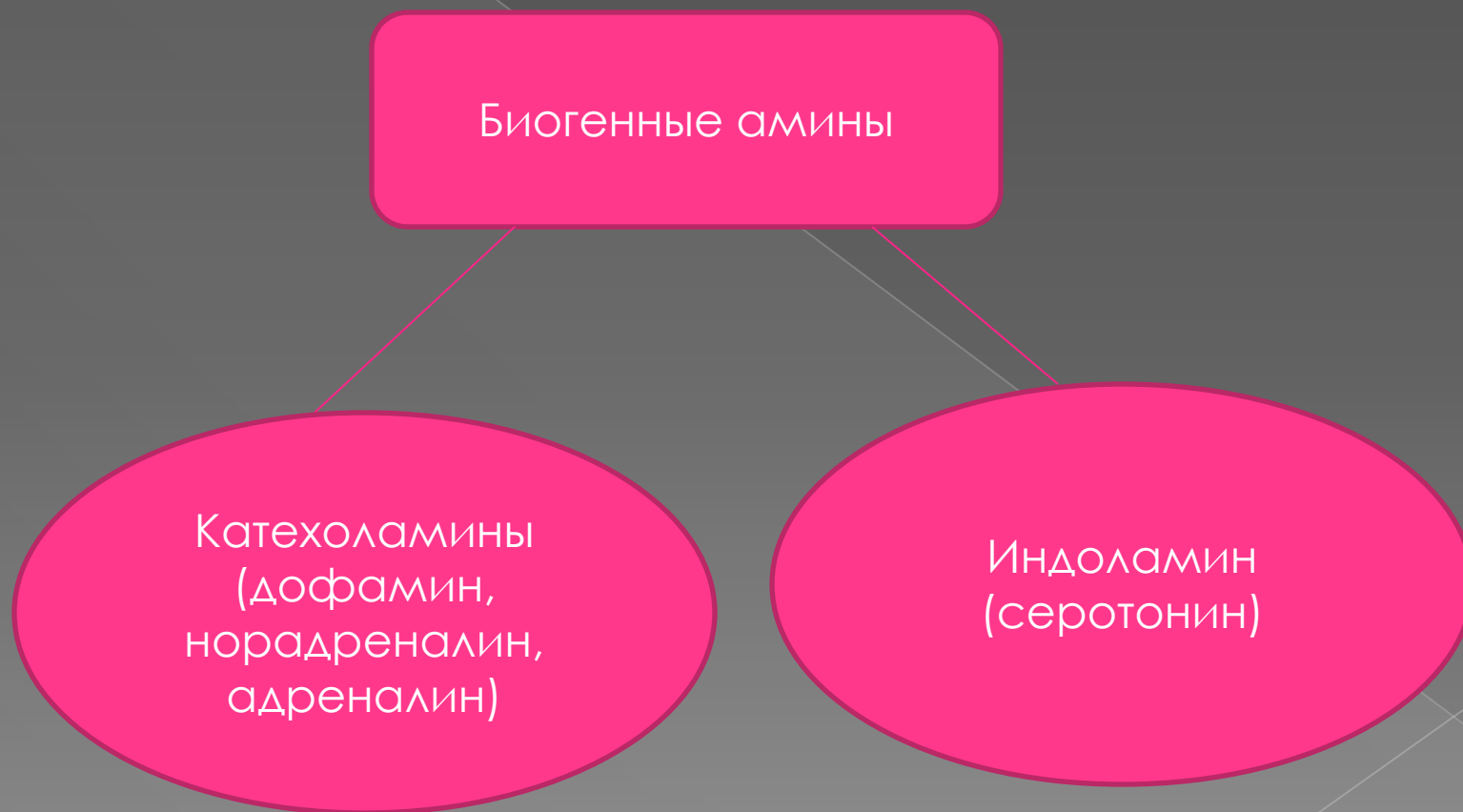
- Медиатор, может действовать не только на «свою» постсинаптическую мембрану, но и за пределами данного синапса – на мембраны других нейронов, имеющих соответствующие рецепторы.
- Таким образом, физиологическая реакция обеспечивается не точным анатомическим контактом, а наличием сопутствующего рецептора на клетке-мишени.



- Типы хеморецепторов на постсинаптической мембране:
- 1. Ионотропные рецепторы, в состав которых включен ионный канал, открывающийся при связывании молекул медиатора с «узким» центром
- 2. Метаботропные рецепторы открывают ионный канал опосредованно (через цепочку биохимических реакций), в частности, посредством активации специальных внутриклеточных белков



- Одни из самых распространённых – медиаторы, принадлежащие к группе **биогенных аминов**. Эта группа медиаторов достаточно надёжно идентифицируется микростологическими методами.
- Функции: медиаторная, гормональная, регуляция эмбриогенеза.





## Виды биогенных аминов

### Гормоны

### Нейромедиаторы

Надпочечников

Щитовидной железы

Медиаторы ЦНС

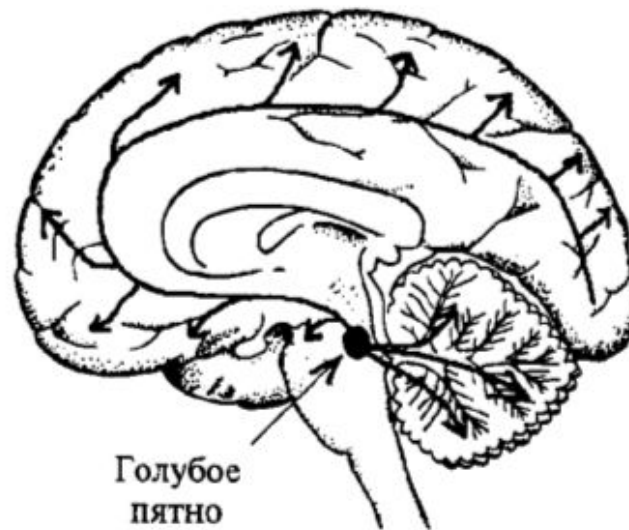
Медиатор  
воспаления

Адреналин

Тироксин,  
Трийодтиронин

Ацетилхолин,  
ГАМК и др.

Гистамин

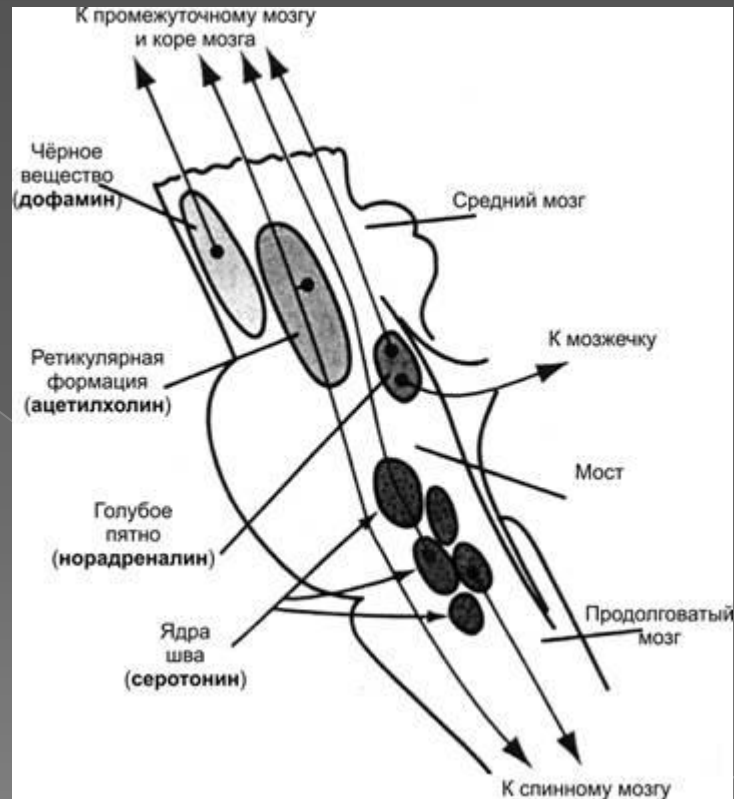


*Рис. 2.14.* Схема норадренергических путей в головном мозге.

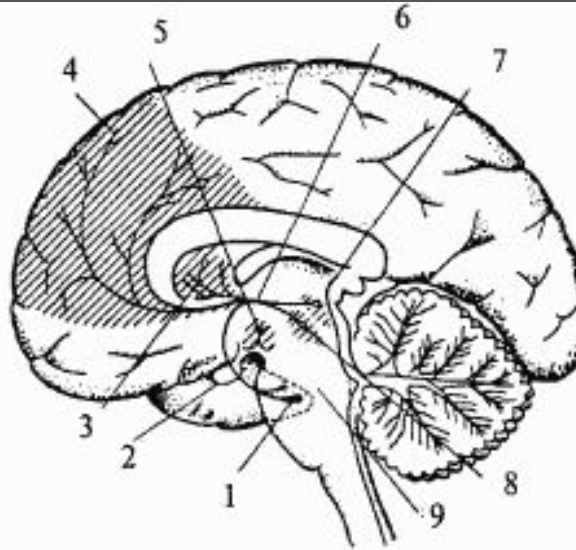
Основным источником норадренергических аксонов являются нейроны голубого пятна — *nucl. caeruleus* (указано стрелкой) и прилежащих участков среднего мозга. Аксоны этих нейронов широко распространяются в стволе мозга, мозжечке, конечном мозге, а также в спинном мозге (на схеме не показано).

- В продолговатом мозге крупное скопление норадренергических нейронов находится в вентролатеральном ядре ретикулярной формации.
- В промежуточном мозге (гипоталамусе) норадренергические нейроны наряду с дофаминергическими нейронами входят в состав гипоталамо-гипофизарной системы.

- Норадренергические нейроны в большом количестве содержатся в периферической НС. Их тела лежат в симпатической цепочке и в некоторых интрамуральных ганглиях.



- **Дофаминергические нейроны** находятся преимущественно в среднем мозге (нигро-неостриарная система), а также в гипоталамической области. Дофаминовые цепи мозга млекопитающих хорошо изучены, известны **3 главные цепи**, все они состоят из одонейронной цепочки. Тела нейронов находятся в мозговом стволе и отсылают аксоны в другие области ГМ.



*Рис. 2.15.* Дофаминергические системы головного мозга.

1 — энторинальная кора; 2 — гипофиз; 3 — хвостатое ядро; 4 — фронтальная кора; 5 — гипоталамус; 6 — медиальный пучок переднего мозга; 7 — черная субстанция; 8 — средний мозг (покрышка); 9 — мозговой ствол.

- Одна цепь очень проста. Тело нейрона находится в области гипоталамуса и отправляет короткий аксон в гипофиз. Этот путь входит в состав гипоталамо-гипофизарной системы и контролирует систему эндокринных желёз.
- Вторая дофаминовая система – чёрная субстанция. Аксоны этих нейронов проецируются в полосатые тела. Эта система содержит примерно  $\frac{3}{4}$  дофамина ГМ.

## ЧЕТЫРЕ ДОФАМИНЕРГИЧЕСКИХ ТРАКТА ГОЛОВНОГО МОЗГА



- Третья система участвует в проявлении шизофрении и некоторых других психических заболеваний. Тела нейронов лежат в среднем мозге рядом с чёрной субстанцией. Они проецируют аксоны в вышележащие структуры ГМ, мозговую кору и лимбическую систему, особенно к фронтальной коре, к септальной области и энторинальной коре. Энторинальная кора – главный источник проекций к гиппокампу.

Рис. 1. Мезолимбический и мезокортикальный пути в норме (А) и при шизофрении (Б) [13].

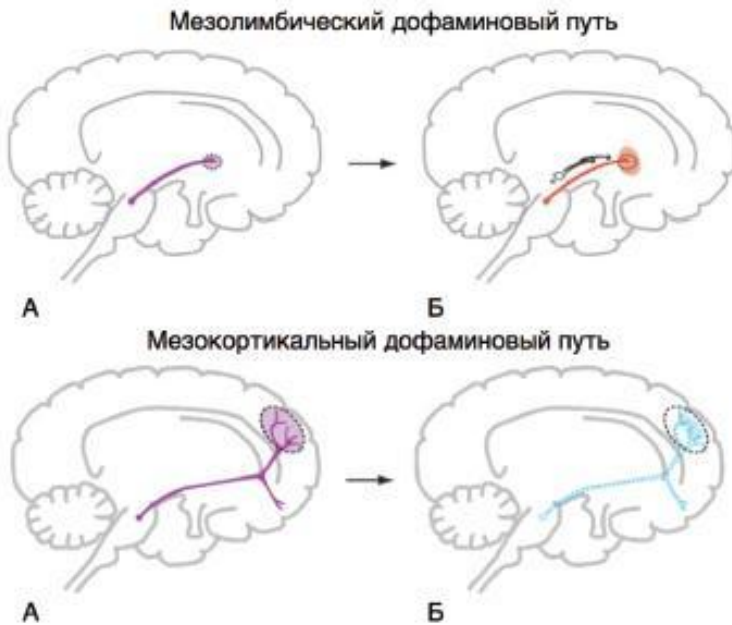
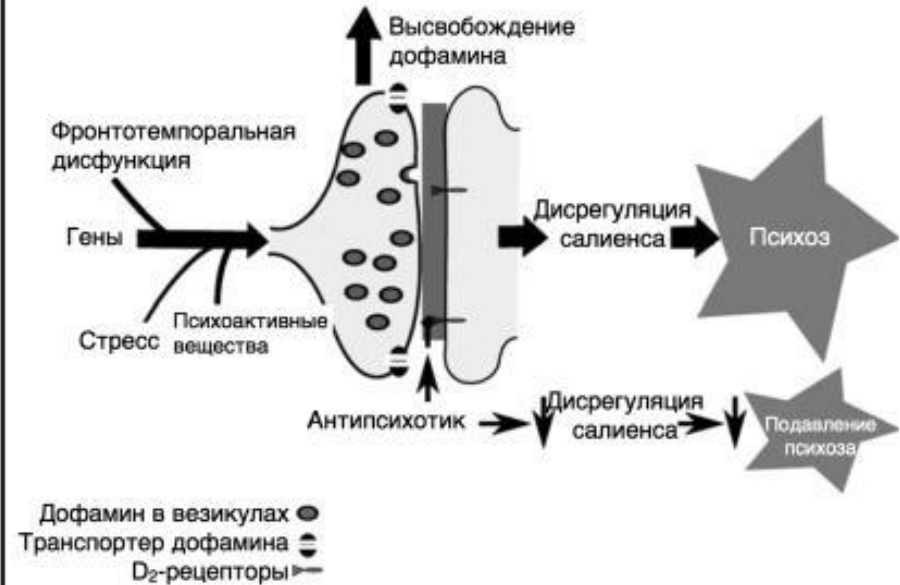


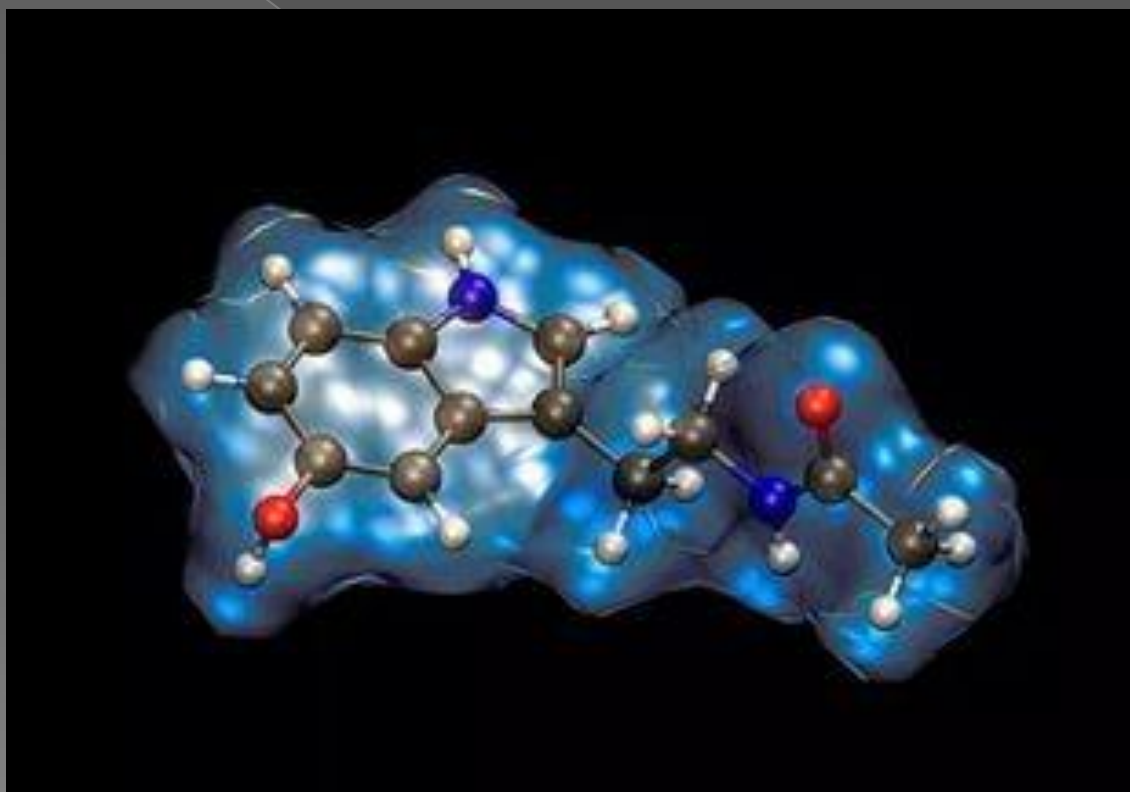
Рис. 2. «Третья версия» дофаминовой гипотезы [14].



- **Серотонин** - это химическое вещество, которое образуется в результате обмена аминокислот и относится к группе так называемых биогенных аминов.
- Серотонин обладает сосудосуживающим действием, участвует в центральной регуляции артериального давления, температуры тела, дыхания, почечной фильтрации.

Нормальный обмен серотонина обеспечивает положительный эмоциональный настрой.

Доказано, что именно серотонину мы обязаны возможностью испытывать радость, счастье и интерес к жизни, быть работоспособными и иметь хороший тонус.



- В популярной литературе его называют «гормоном радости» . Это правильно лишь наполовину: радости - да, но по структуре своей серотонин не гормон, а нейромедиатор.
- Он переносит нервные импульсы, участвует в процессах возбуждения и торможения. Без него невозможно нормальное функционирование нервной и мозговой тканей.
- При нарушенном обмене серотонина развиваются такие заболевания, как депрессия, шизофрения, мигрень, различные аллергии, геморрагический диатез, токсикоз беременности, ослабление иммунитета с частыми простудами, энурез.

# 12 СПОСОБОВ ПОВЫСИТЬ СЕРОТОНИН В ОРГАНИЗМЕ

				
Больше проводить времени на природе	Бананы повышают серотонин			
				
Овес ослабляет депрессию	Английская соль успокаивает	Во время улыбки вырабатывается гормоны счастья	Грецкие орехи содержат Омега-3	Зелень повышает энергию
				
Ходьба очищает мысли и повышает серотонин	Миндаль даёт магний - пищу для мозга	Зелёный коктейль даёт волну энергии	Обильное питье уменьшает силу стресса	Стручковый перец снимает депрессию



- Серотонинергические нейроны широко распространены в ЦНС. Они обнаруживаются в составе дорасального и медиального ядер шва продолговатого мозга, а также в среднем мозге и варолиевом мосту.
- Серотонинергические нейроны иннервируют обширные области мозга, включающие кору БП, гиппокамп, бледный шар, миндалину, область гипоталамуса.

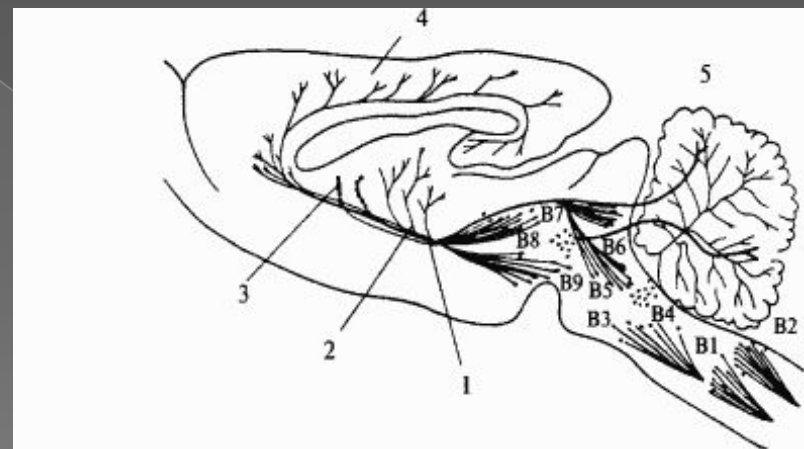
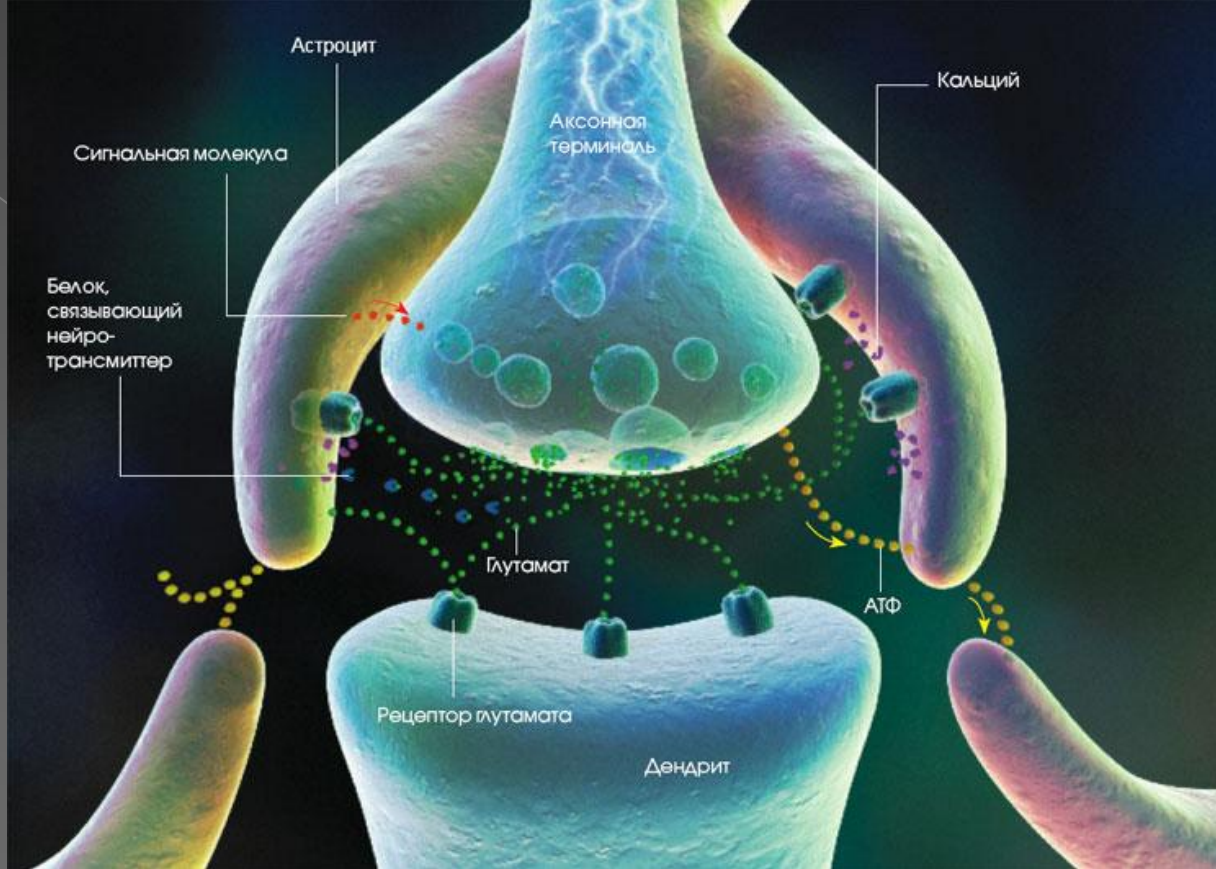
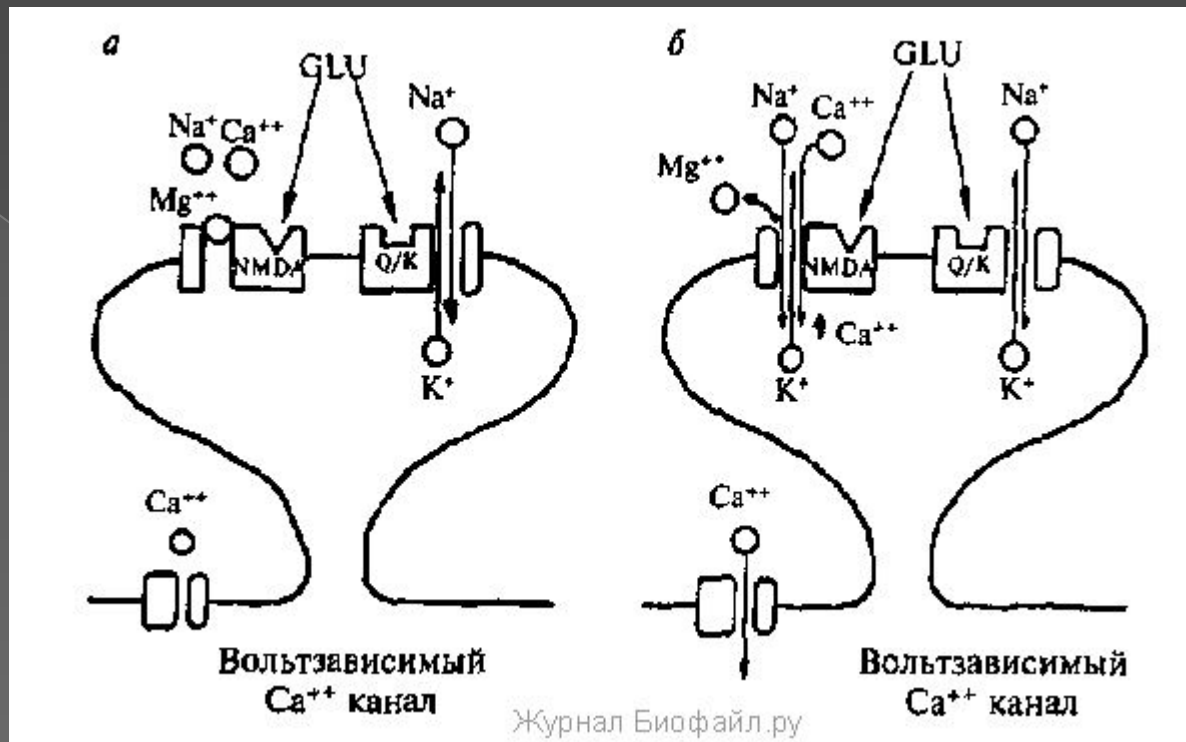


Рис. 2.16. Серотонинергические пути в головном мозге крысы (схема).

B1–B9 — группы серотонинергических нейронов в области шва, аксоны которых проецируются в кору больших полушарий, гипоталамус и другие структуры; 1 — медиальный пучок переднего мозга; 2 — гипоталамус; 3 — хвостатое ядро; 4 — кора; 5 — мозжечок.

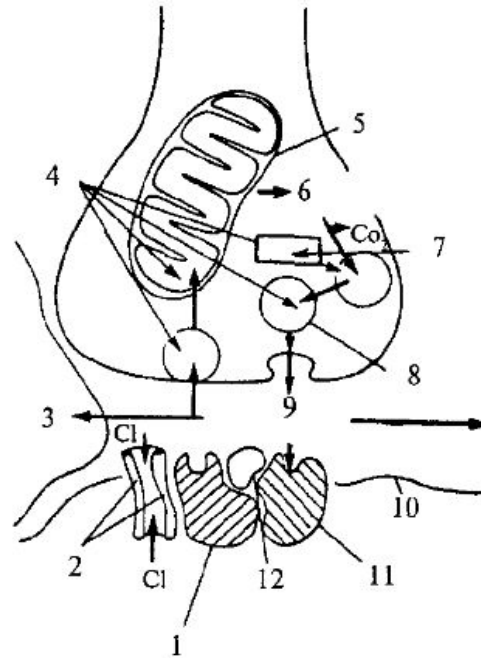


- Другую группу медиаторов ЦНС составляют аминокислоты. Нервная ткань содержит целый набор аминокислот: глутаминовая кислота, глутамин, аспарагиновая кислота, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК).
- Глутамат в нервной ткани образуется преимущественно из глюкозы. Больше всего глутамата содержится в конечном мозге и мозжечке. В спинном мозге глутамат занимает больше задние рога, чем передние.



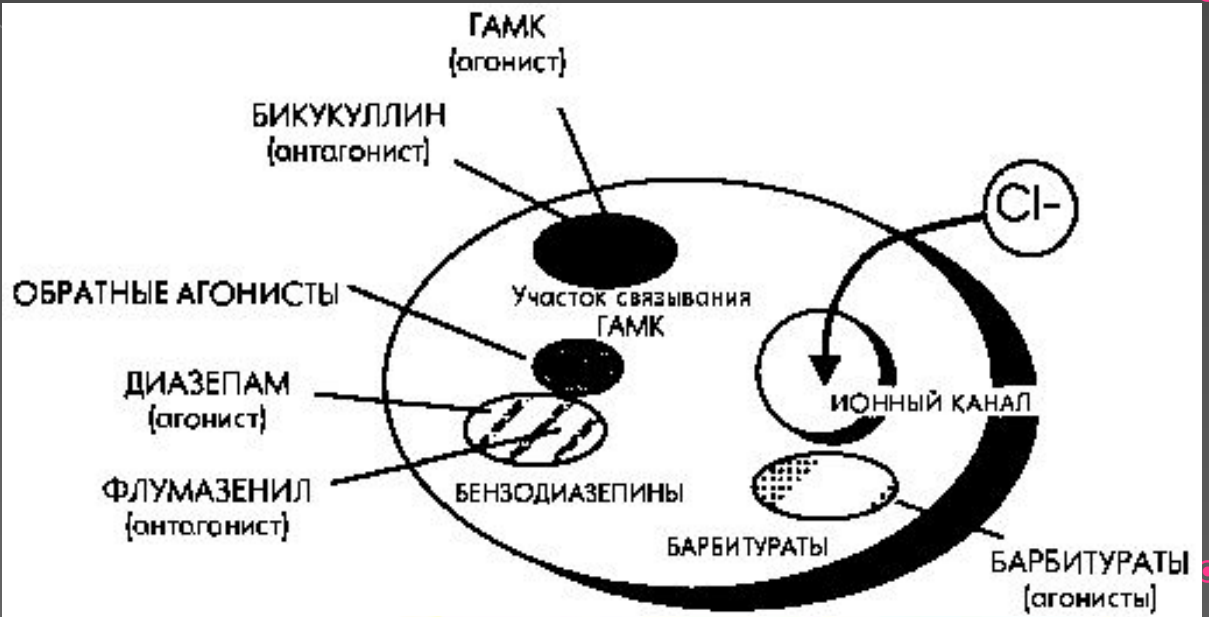
- **Ответ постсинаптической мембраны на активацию ее глута-матом (схема).**
- *a* — при небольшой и *b* — при высокой частоте синаптической активации. В случае *a* глутамат (GLU) активирует как NMDA, так и квисгулатные/каинатные (Q/K) рецепторы, открываются каналы, пропускающие ионы  $Na^+$  и  $K^+$ . NMDA-каналы заблокированы  $Mg^{++}$ . В случае *b* имеет место устойчивая деполяризация постсинаптической мембраны, ионы  $Mg^{++}$  покидают NMDA-каналы и они начинают пропускать ионы  $Ca^{++}$ ,  $Na^+$  и  $K^+$ . Деполяризация может также активировать вольтзависимые кальциевые каналы.

- Из тормозных медиаторов ГАМК является самой распространённой в ЦНС.
- Два типа ГАМК-рецепторов на постсинаптической мембране:
- 1. ГАМКА – открывает каналы для ионов  $\text{Cl}^-$
- 2. ГАМКБ – открывает в зависимости от типа клетки каналы  $\text{K}^+$  и  $\text{Ca}^{++}$



*Рис. 2.18.* Схема рецептора постсинаптической мембраны к ГАМК вместе с бензодиазипиновым рецептором. Активация бензодиазипинового рецептора открывает хлорный канал.

1 — бензодиазипиновый рецептор; 2 — хлорный канал; 3 — глиальная клетка; 4, 9 — ГАМК; 5 — митохондрия; 6 — глутаминовая кислота; 7 — глутаматдекарбоксилаза; 8 — синаптический пузырек; 10 — субсинаптическая мембрана; 11 — ГАМК-рецептор; 12 — ГАМК-модулин.



В ГАМК-рецептор входит бензодиазепиновый рецептор, наличием которого объясняют действие так называемых малых (дневных) транквилизаторов (молекулы медиатора специальным механизмом поглощаются из синаптической щели в цитоплазму нейрона)

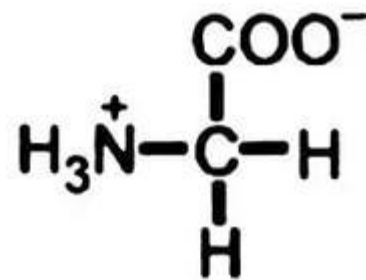
Из антагонистов ГАМК хорошо известен бикаулин. Он хорошо проходит через гематоэнцефалический барьер, оказывает сильное воздействие на организм даже в малых дозах, вызывая конвульсии и смерть.

ГАМК обнаруживается в ряде нейронов мозжечка (в клетках Пуркинье, клетках Гольджи, корзинчатых клетках), гиппокампа (в корзинчатых клетках), в обонятельной луковице и чёрной субстанции.

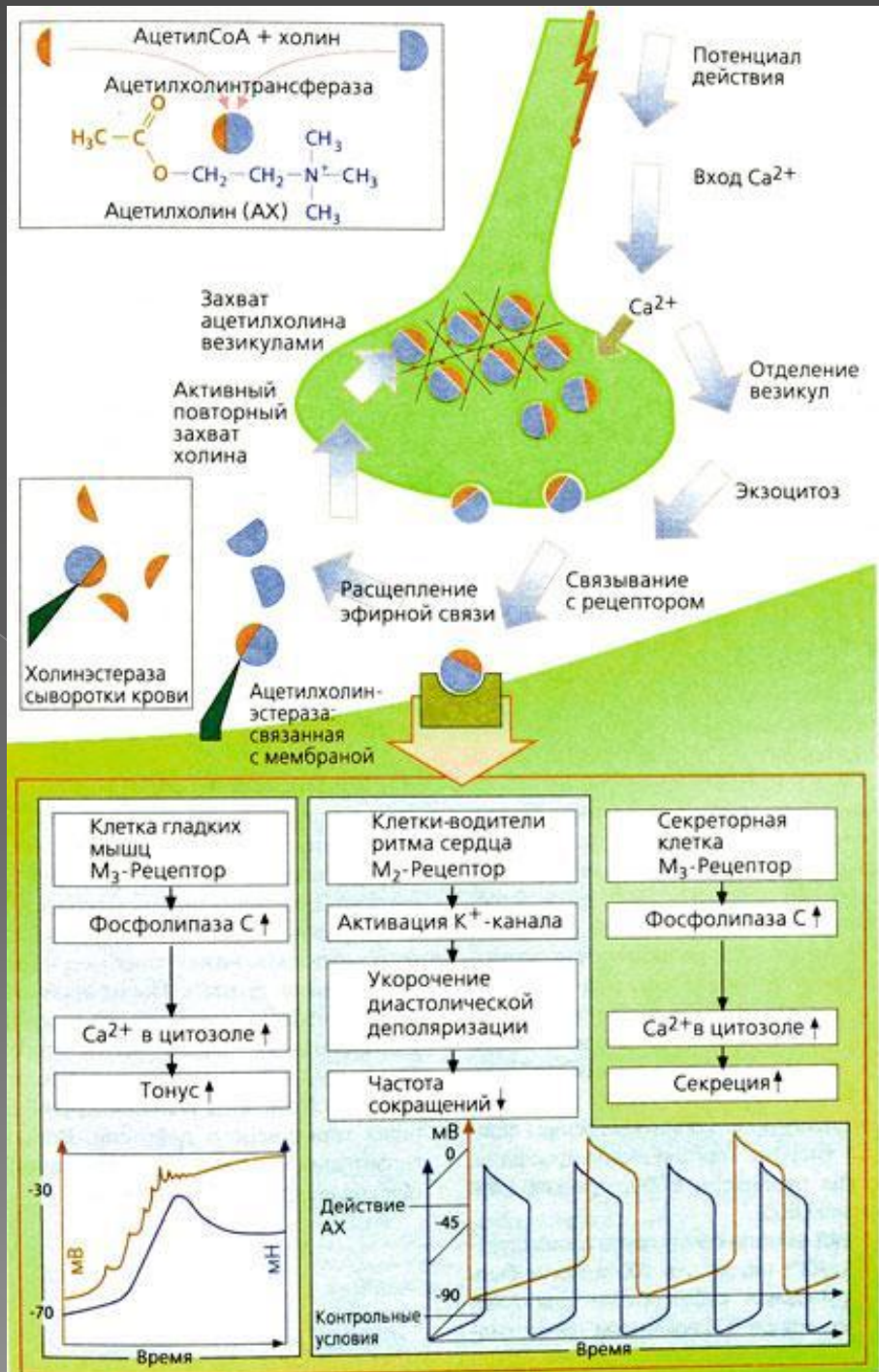
- **Другой известный тормозной медиатор – глицин.**  
Глицинергические нейроны находятся главным образом в спинном и продолговатом мозге. Эти клетки выполняют роль тормозных интернейронов.
- Аминокислота помогает работе центральной нервной системы. Она обеспечивает индивиду полноценный сон, лишает человека беспокойства, налаживает психологическое и эмоциональное состояние субъекта в общем и целом. Благодаря глицину головной мозг выдерживает повышенные умственные нагрузки, а память улучшается в разы.



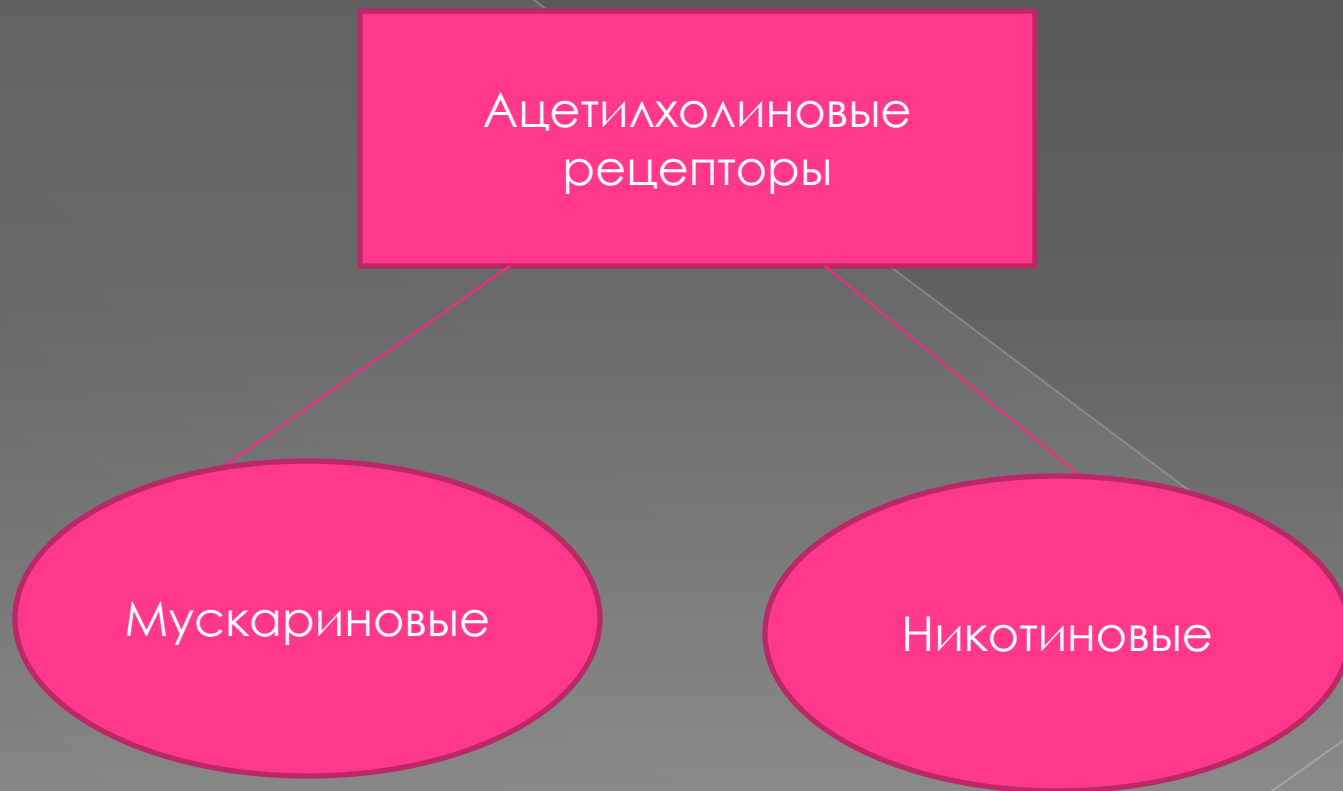
Глицин



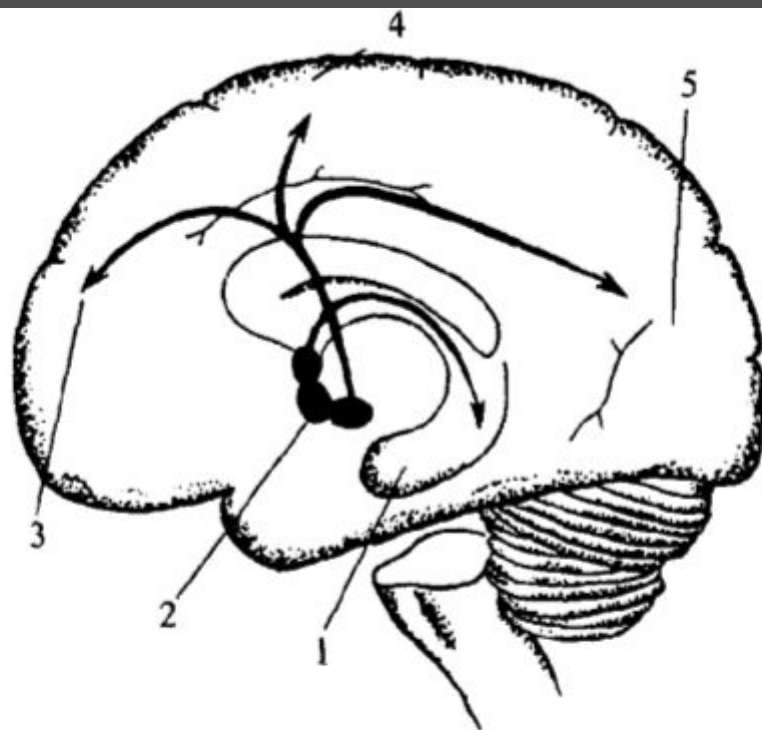
- Ацетилхолин – один из первых изученных медиаторов. Широко распространён в периферической НС. Примером могут служить мотонейроны спинного мозга и нейроны ядер ЧМН.
- Холинергические цепи в мозге определяют по присутствию фермента холинэстеразы. В ГМ тела холинергических нейронов в ядре перегородки, ядре двигательного пучка и базальных ядрах.
- При недостатке ацетилхолина снижается сила сокращений мышц



- Эти группы нейронов формируют фактически одну популяцию холинергических нейронов: ядро переднего мозга. Аксоны соответствующих нейронов проецируются к структурам переднего мозга, особенно в новую кору и гиппокамп.
- Ацетилхолиновая система играет большую роль в процессах, которые требуют участия памяти





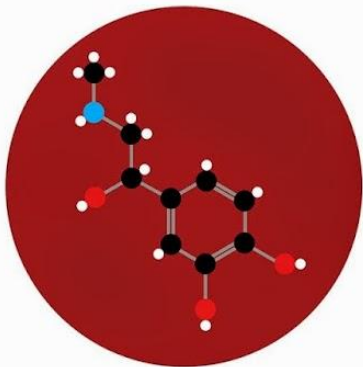


*Рис. 2.19.* Ацетилхолинергические пути в головном мозге (схема).

1 — гиппокамп; 2 — базальное ядро; 3 — фронтальная кора; 4 — теменная кора; 5 — затылочная кора.

# ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ НЕЙРОМЕДИАТОРОВ

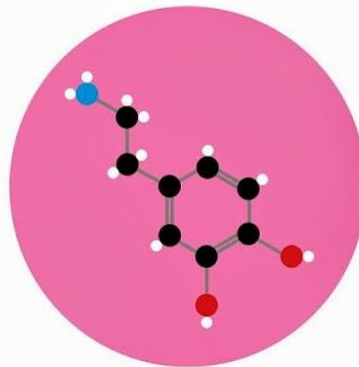
АДРЕНАЛИН  $C_9H_{13}NO_3$   
нейромедиатор «борьбы или бегства»



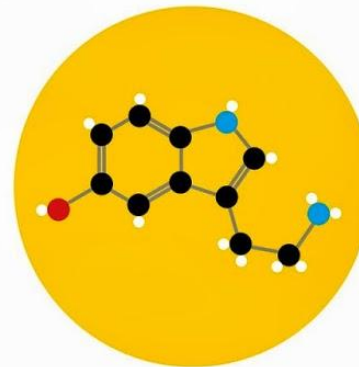
НОРАДРЕНАЛИН  $C_8H_{11}NO_3$   
нейромедиатор концентрации



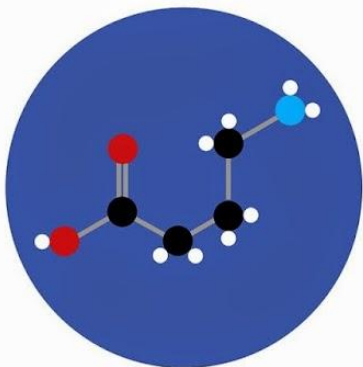
ДОФАМИН  $C_8H_{11}NO_2$   
нейромедиатор удовольствия



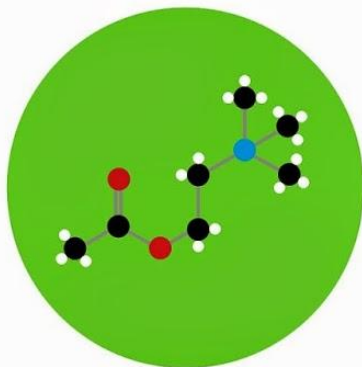
СЕРОТОНИН  $C_{10}H_{12}N_2O$   
нейромедиатор настроения



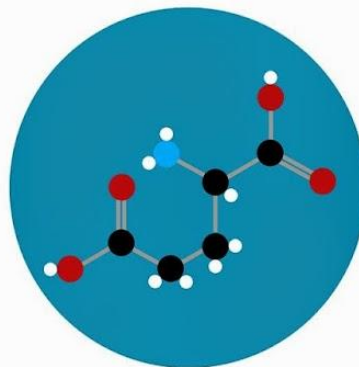
$\gamma$ -АМИНОМАСЛЯНАЯ К-ТА  $C_4H_9NO_2$   
успокаивающий нейромедиатор



АЦЕТИЛХОЛИН  $C_7H_{16}NO_2^+$   
нейромедиатор обучения



ГЛУТАМАТ  $C_5H_9NO_4$   
нейромедиатор памяти



ЭНДОРФИНЫ более 20 типов в  
нейромедиаторы эйфории человеческом теле

