

Коррекционная психофизиология. Нейроны и мозг



Лекция 1

Литература:

- Кропотов Ю.Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия. – Донецк, 2010.
- Данилова Н.Н. Психофизиология. – М., 2005.
- Психофизиология (под редакцией Ю.И. Александрова). СПб., Питер. – 2006.
- pubmed.com

I. Основные понятия коррекционной психофизиологии

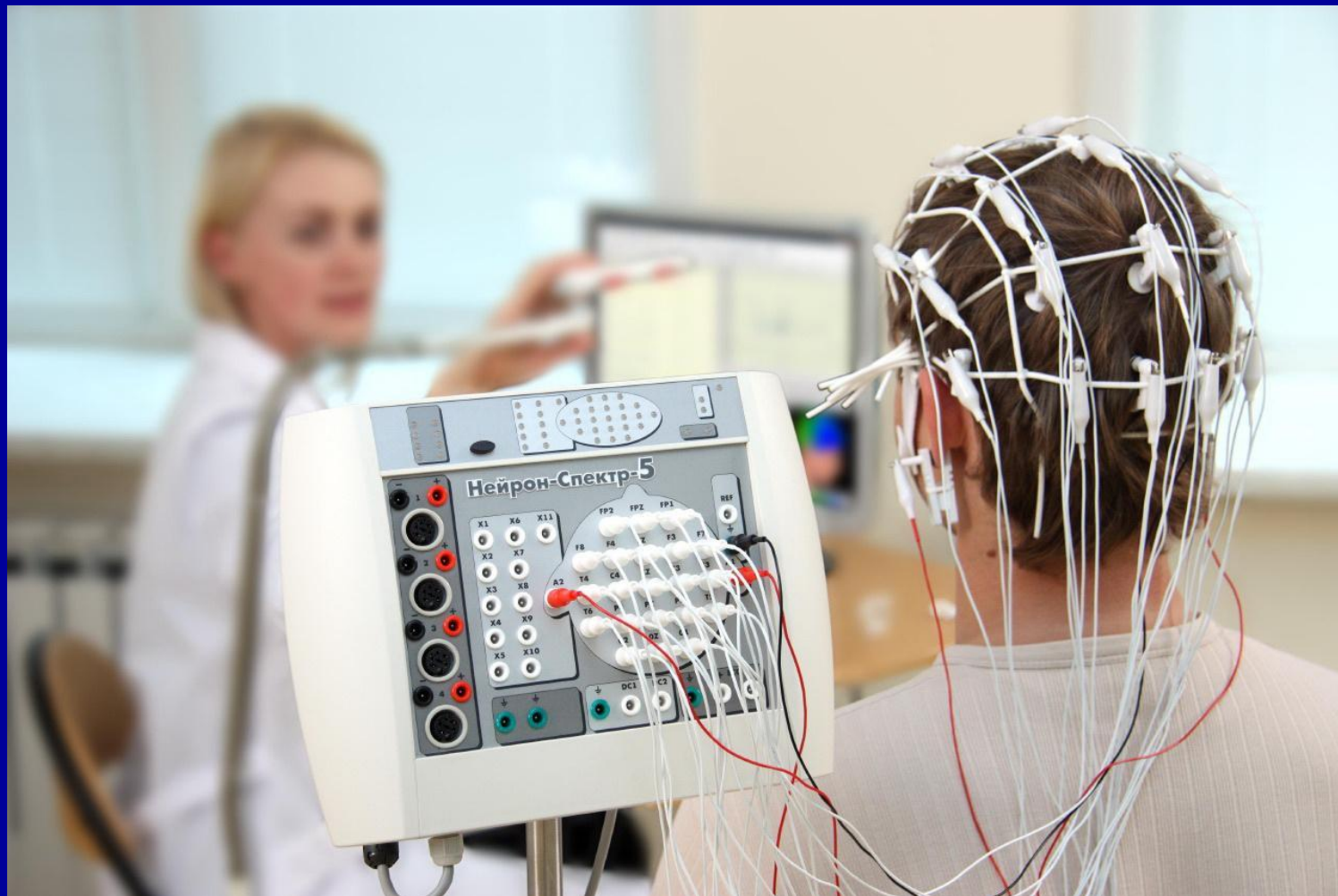
- Предметом коррекционной психофизиологии являются новые подходы, обеспечивающие восстановление нормального состояния и развития нервной системы и психики человека. Одним из ее направлений является коррекция психического развития ребенка с помощью БОС.

Основные методы:

1. Наблюдение в сочетании с анализом функциональных проб

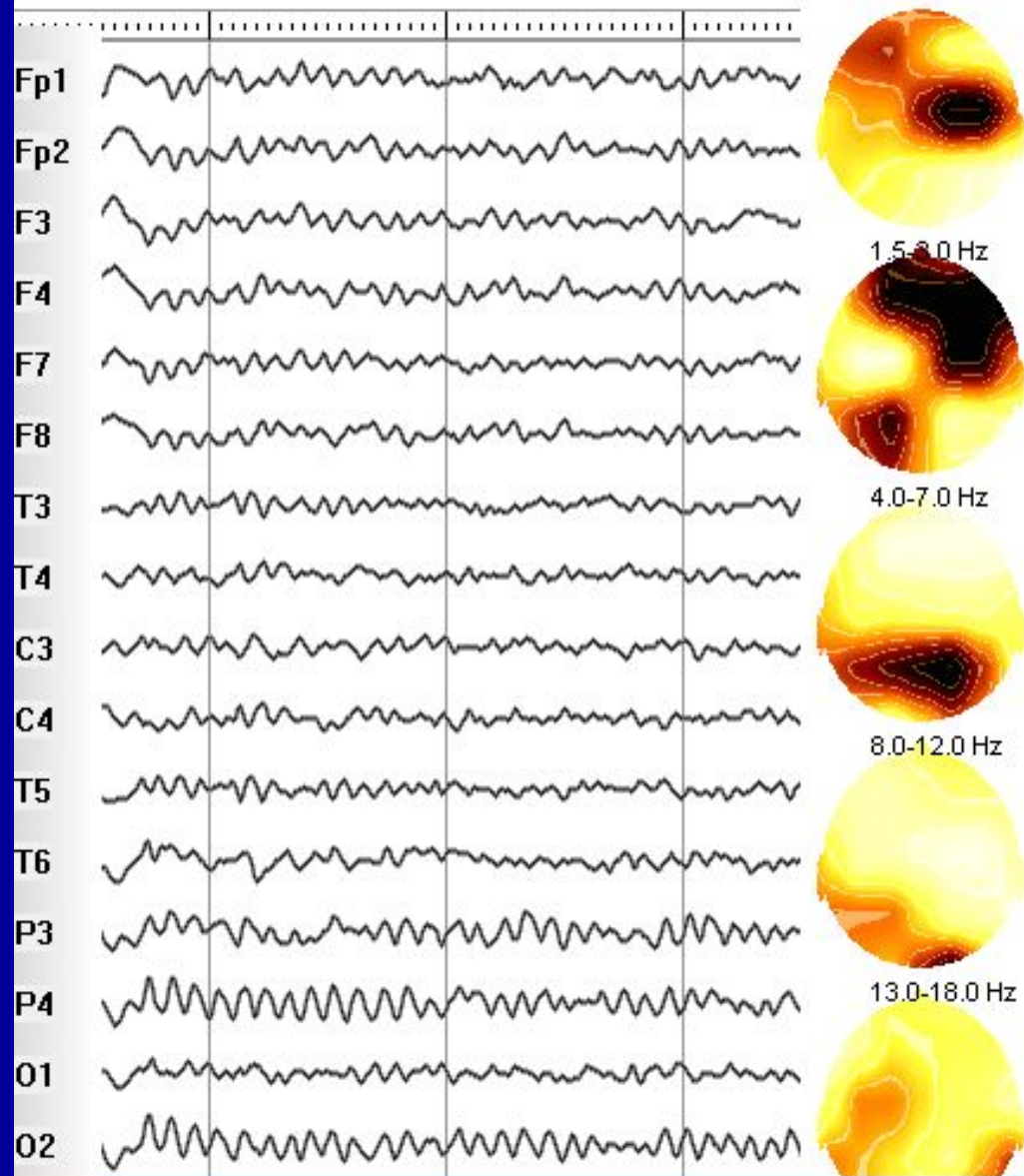


2. Регистрация биопотенциалов электроэнцефалограф «Нейрон-Спектр»





ЭЭГ-покоя, 16-канальная регистрация



Регистрация ЭЭГ у ребенка 10 месяцев

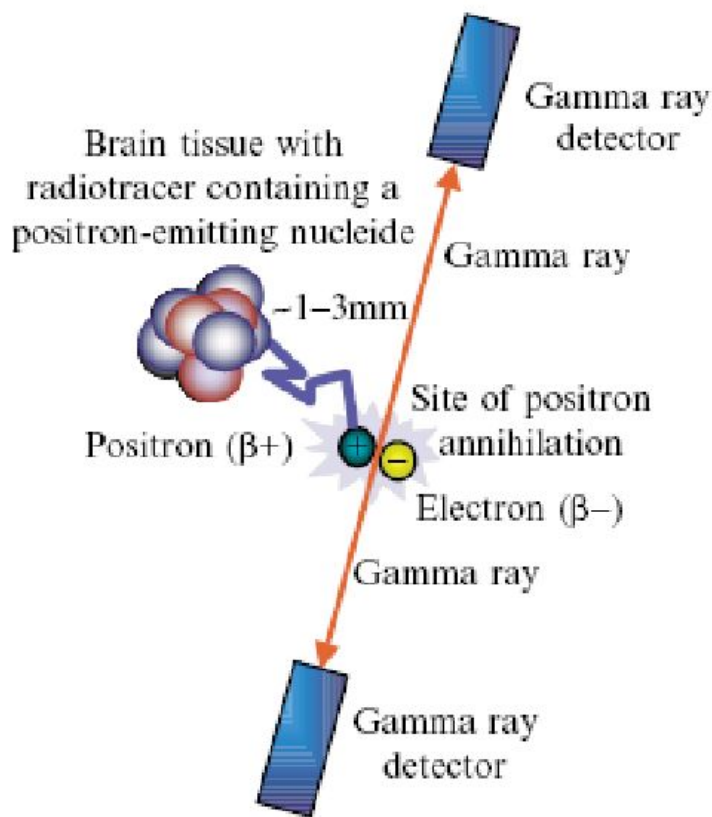


Регистрация ЭЭГ у ребенка 9 месяцев (лаборатория психофизиологии и нейроэтологии КФУ)

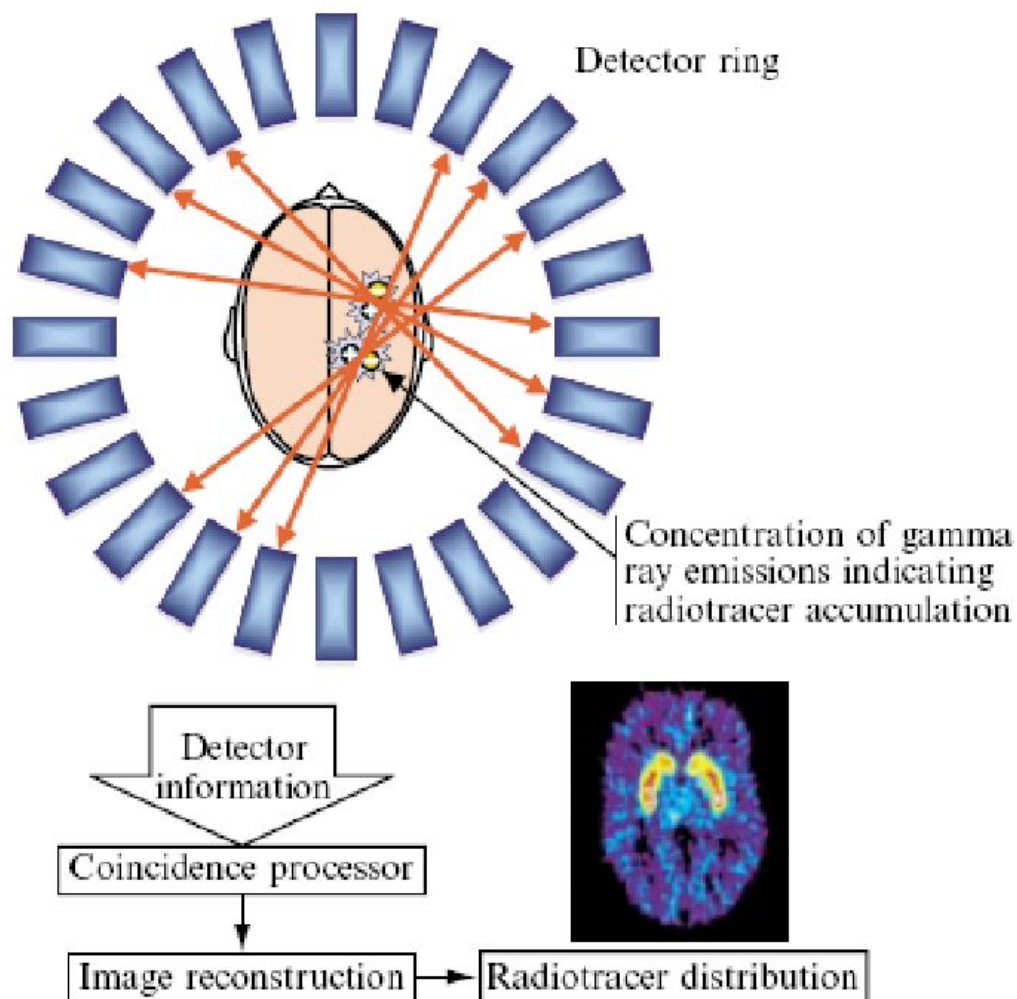


3. Визуализация (томография). ПОЗИТРОННО-ЭМИССИОННАЯ ТОМОГРАФИЯ

A. Positron emission in the brain



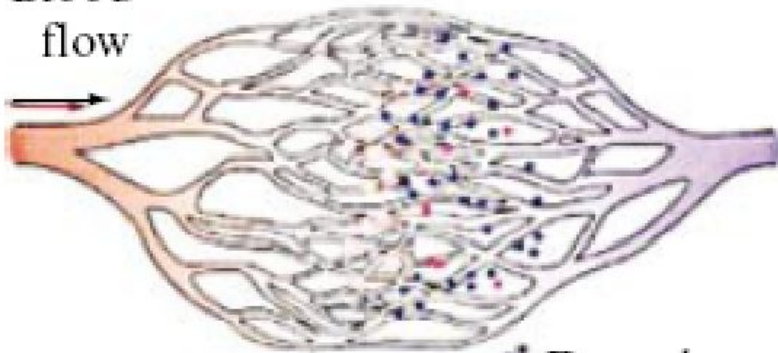
B. Positron camera, image generation



Функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ)

A. Brain tissue at rest

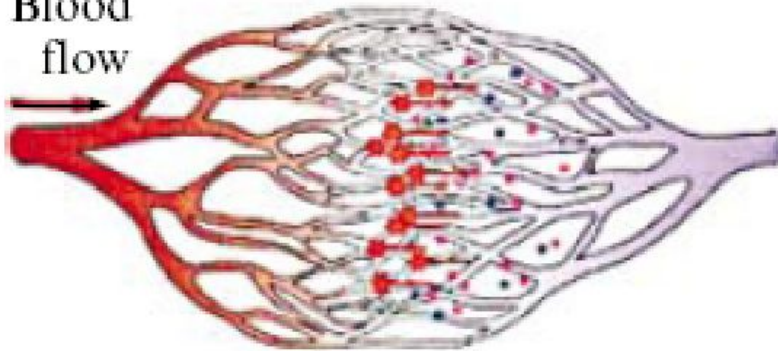
Blood
flow



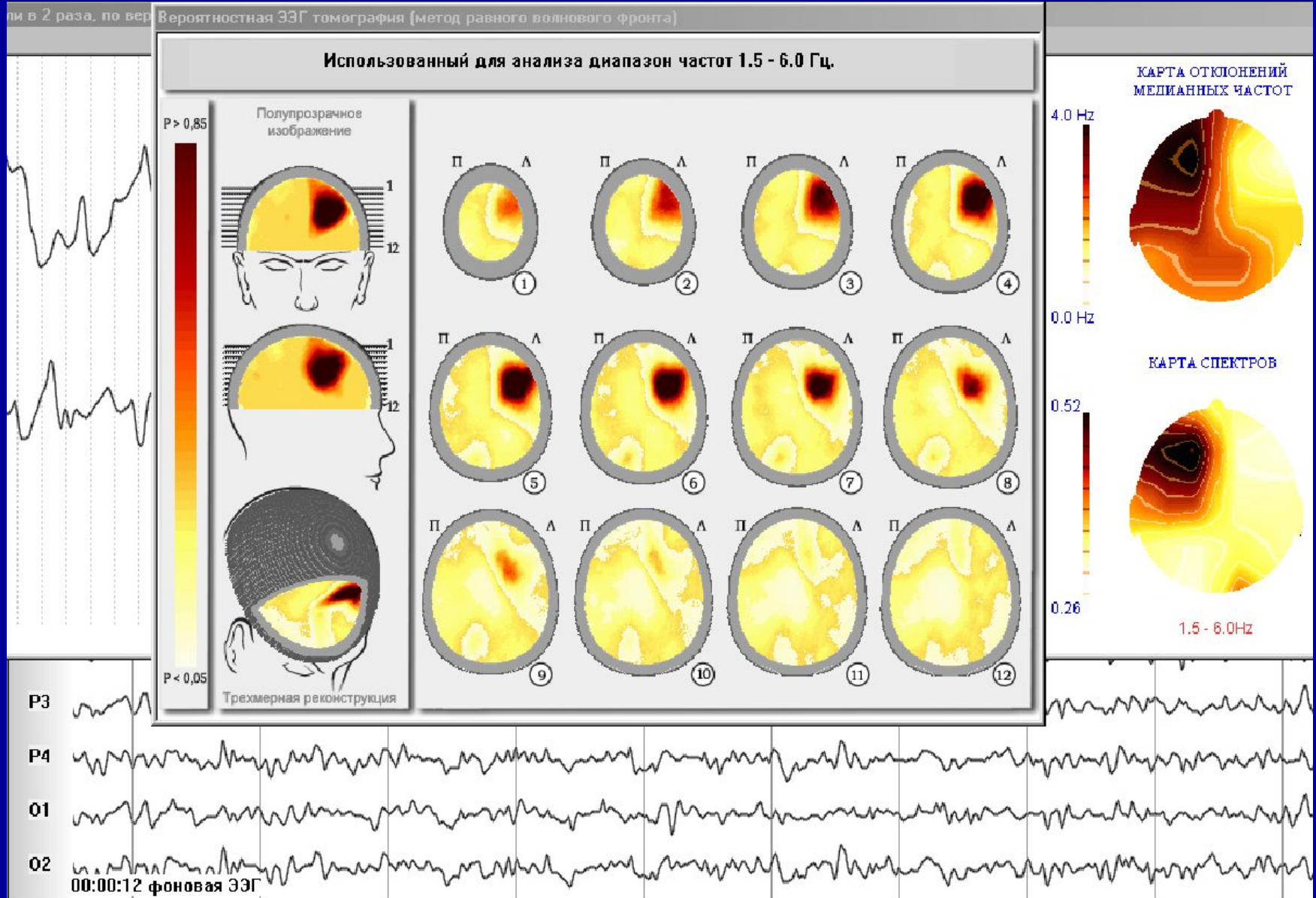
••• Deoxyhaemoglobin
••• Oxyhaemoglobin

B. Brain tissue during
functional activation

Blood
flow



Метод вероятностной ЭЭГ-томографии



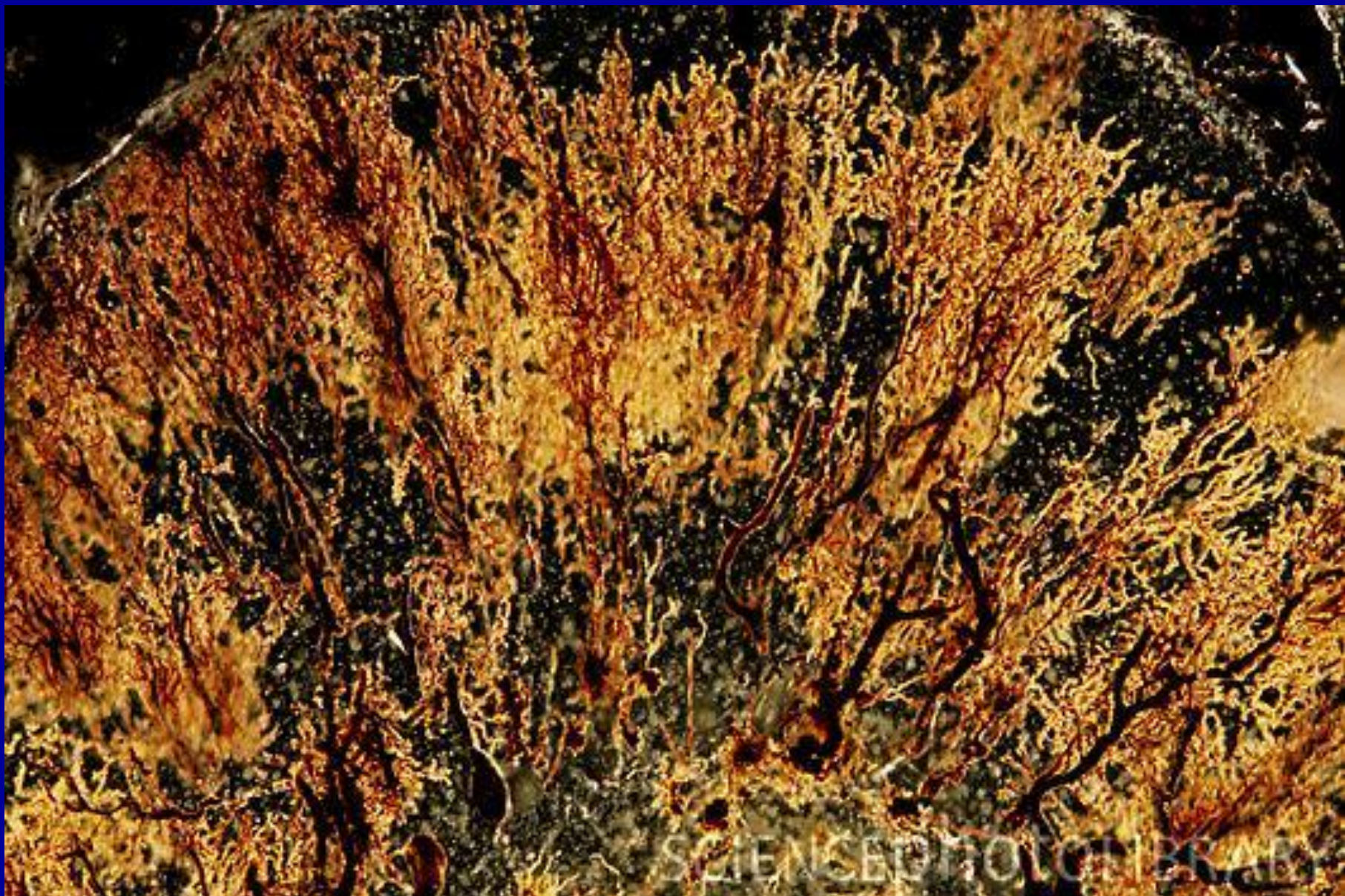
4. Биологическая обратная связь (БОС) по ЭЭГ



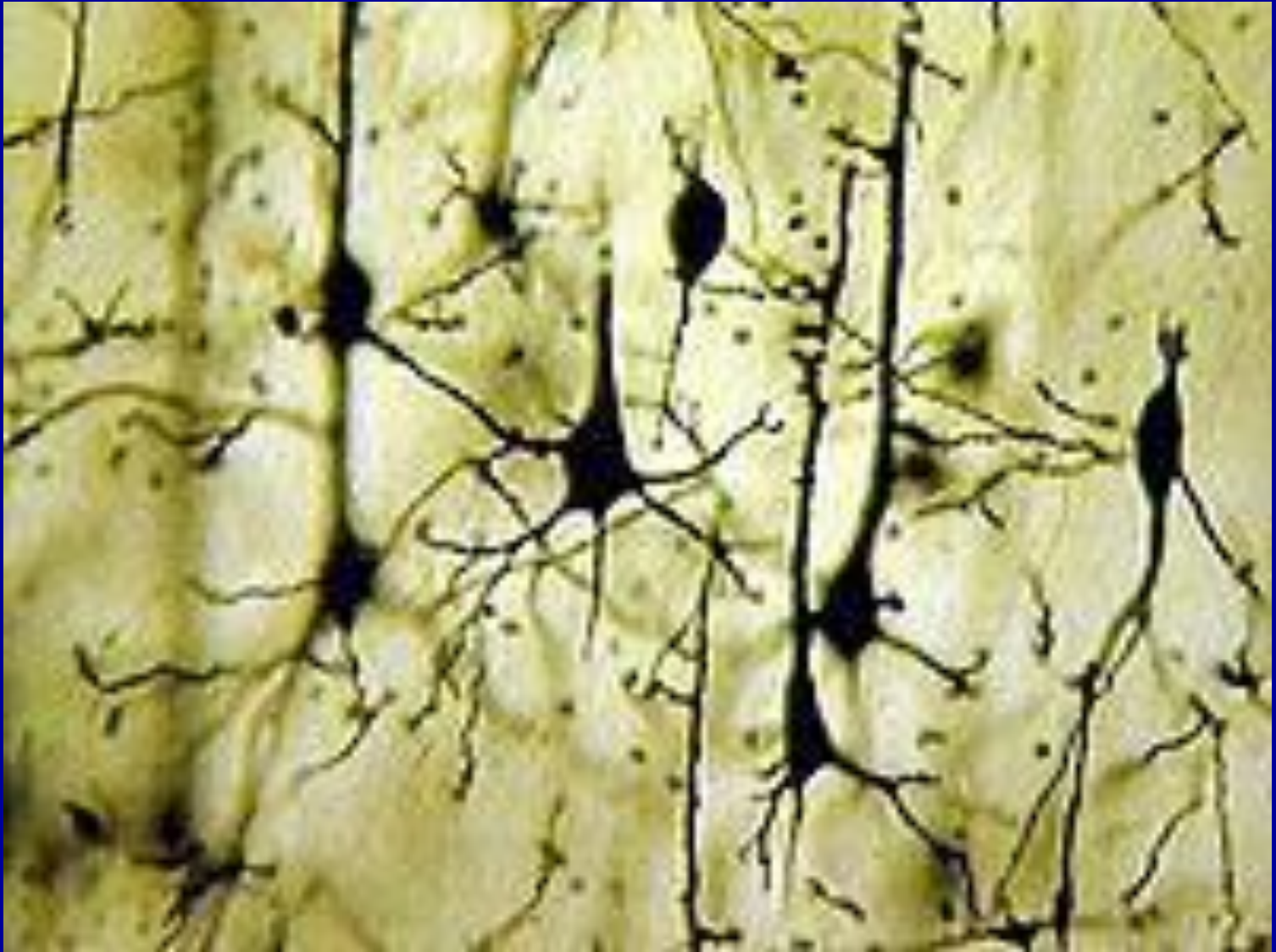


II. Клеточная конструкция мозга, интегративная роль нейрона

Мозг крысы (гематоксилин)



Окраска мозга по Гольджи

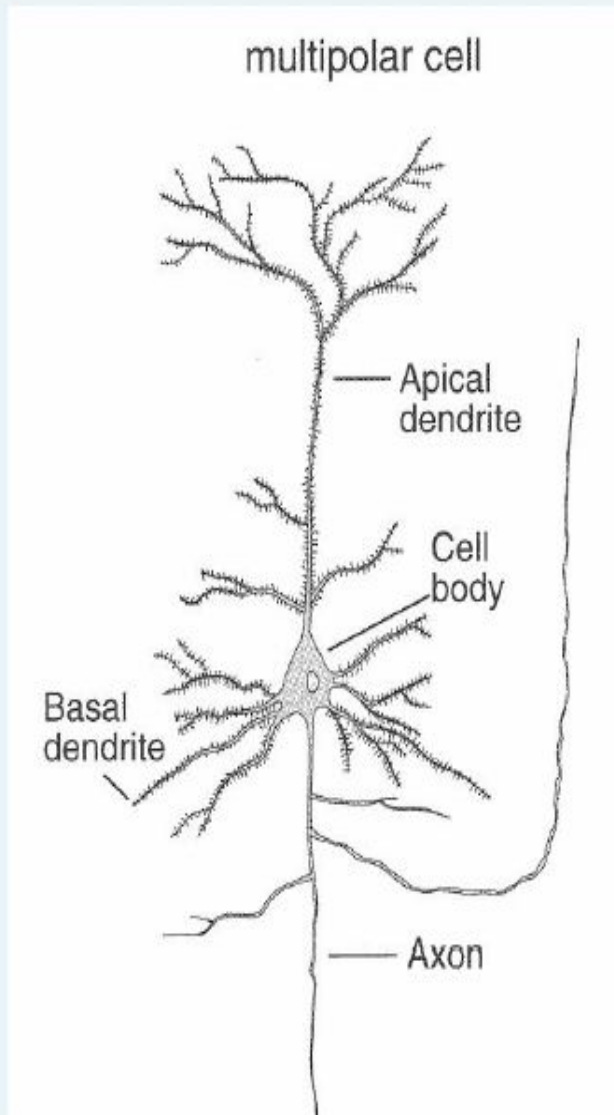


- Структурной и функциональной единицей нервной системы является нейрон (нейронная концепция С. Рамон-и-Кахала).
- Нейроны – клетки, способные принимать, обрабатывать, передавать, хранить и генерировать новую информацию

В головном мозгу человека
200 млрд. нейронов



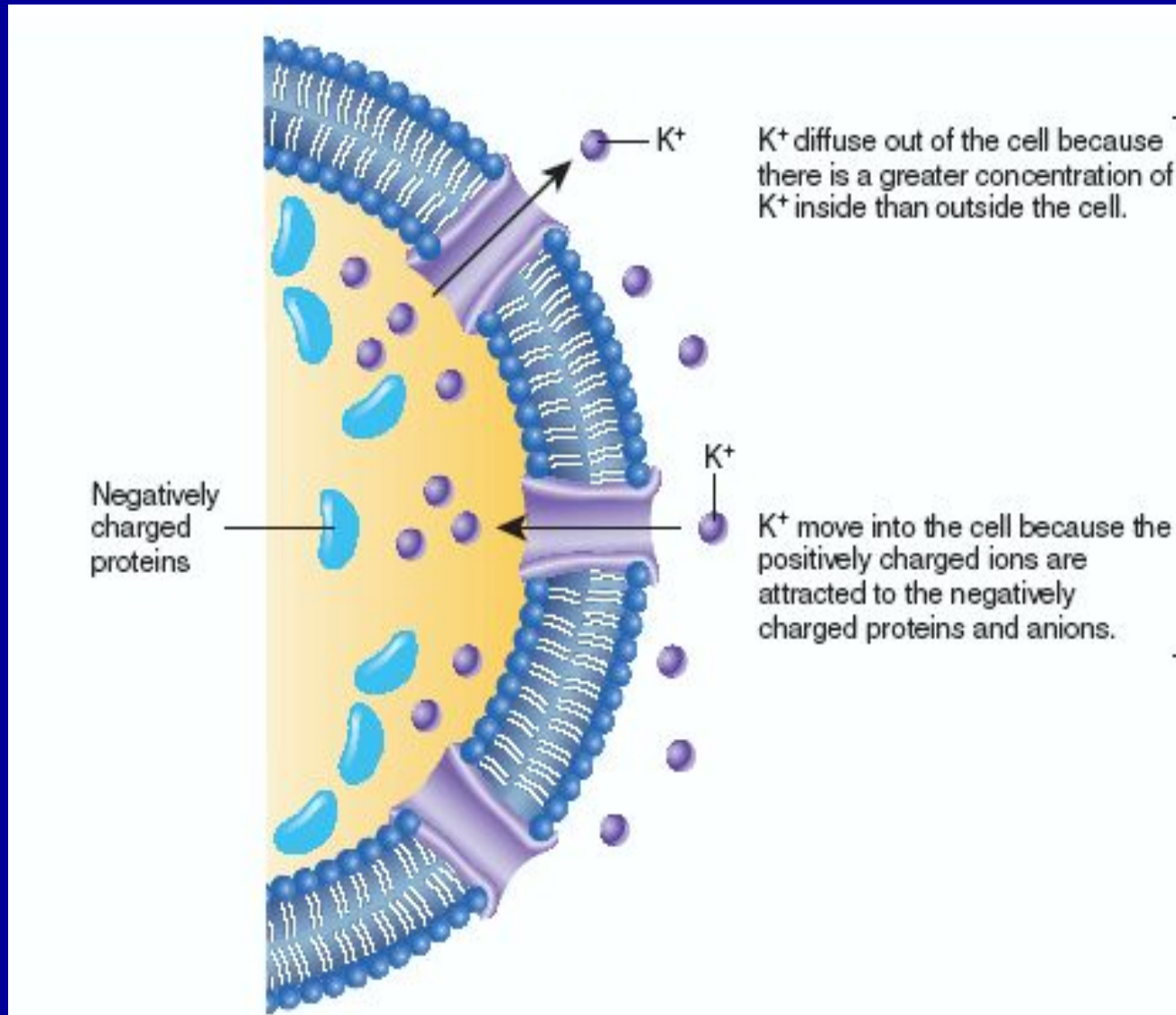
Нейрон



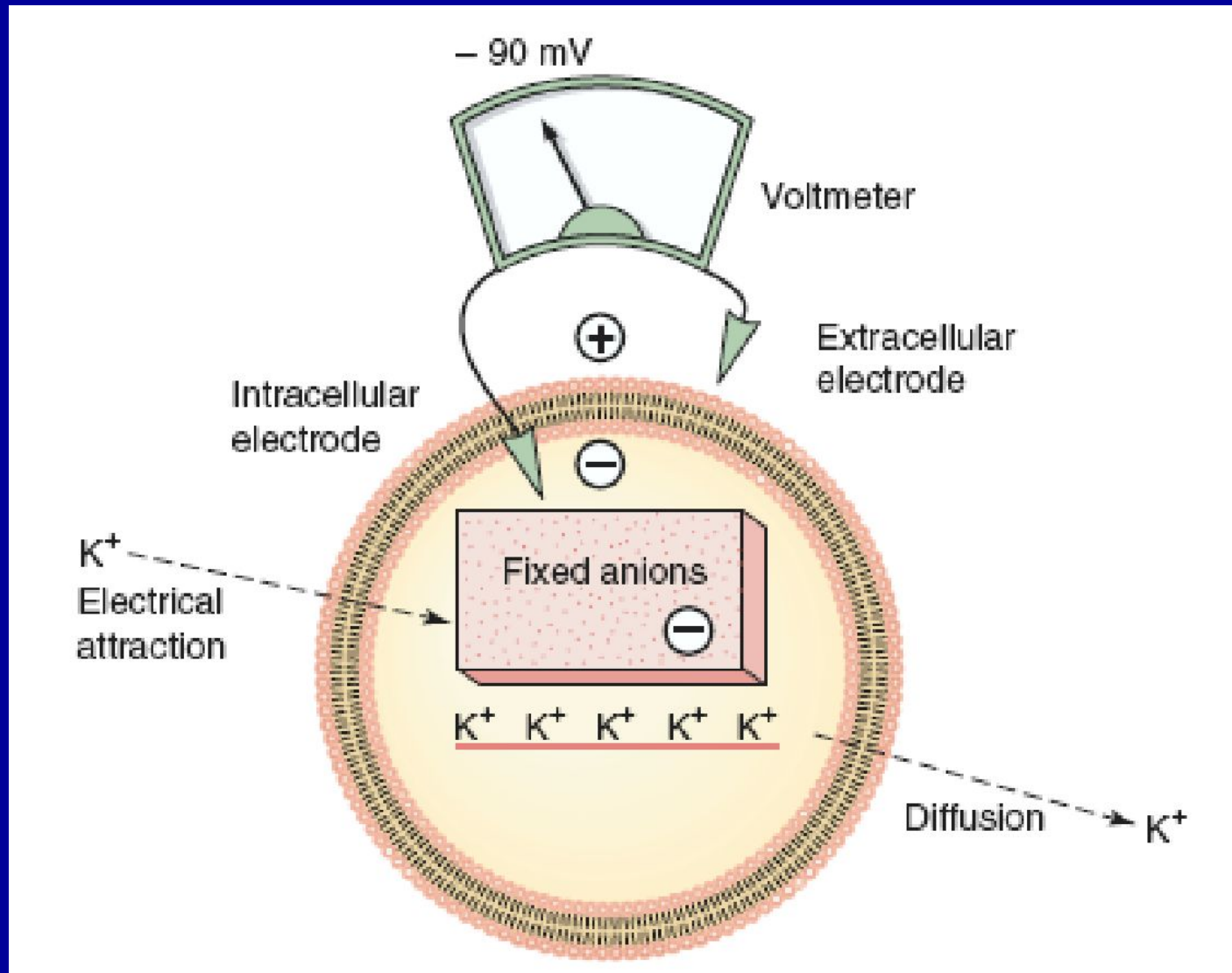
- **Сома, или тело**, диаметр сомы достигает 100 мкм и более, у самых мелких - около 5 мкм.
- **Дендриты** - цитоплазматические выросты увеличивающие пространственную локализацию нейрона. На них расположены синапсы с другими нейронами. Некоторые нейроны имеют на дендритах специализированные выросты – **шипики**, являющиеся специализированной постсинаптической частью глутаматных синапсов.
- **Аксон** - удлинённый вырост цитоплазмы, структурно и функционально приспособленный для проведения потенциалов действия. У позвоночных животных он может иметь миелиновую оболочку.
- **Аксональный холмик** – начальный участок аксона, имеющий высокую вероятность генерация потенциала действия
- **Аксональные расширения** – пресинаптические терминалы

- В покое нервные клетки заряжены отрицательно по отношению к внешней среде (потенциал покоя -60 -70 мВ).
Потенциал покоя обеспечивается асимметричным распределением ионов и работой натрий-калиевого насоса.

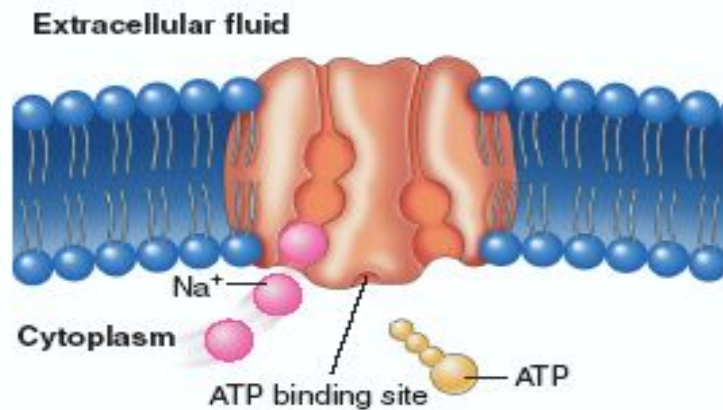
Ионы калия легко проходят через мембрану, а ионы белка – нет



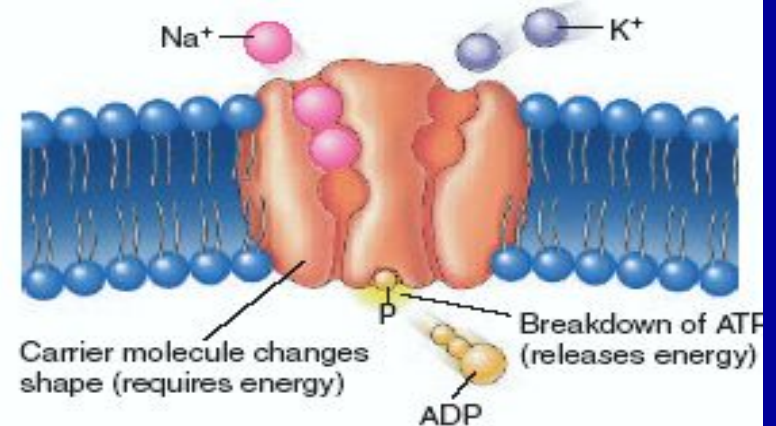
Ионы белка создают отрицательный заряд внутри клетки



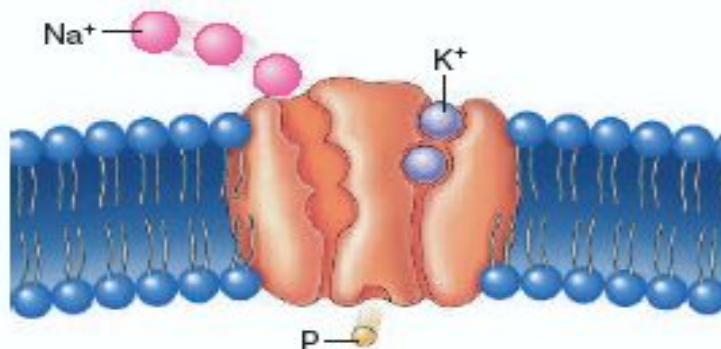
Механизм натрий-калиевого насоса



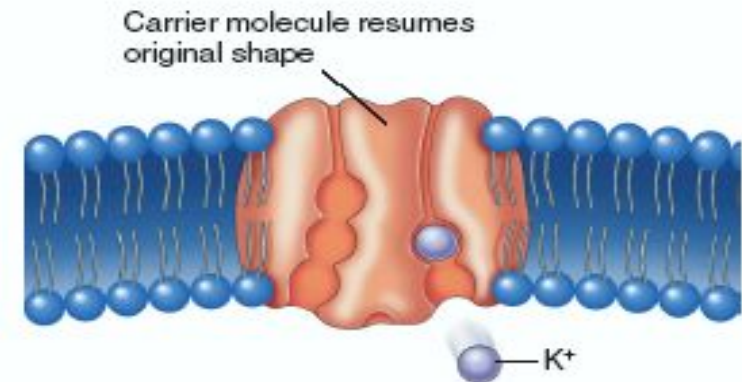
1. Three Na⁺ and ATP bind to the carrier molecule.



2. The ATP breaks down to ADP and phosphate and releases energy. The carrier molecule changes shape, and Na⁺ are transported across the membrane.

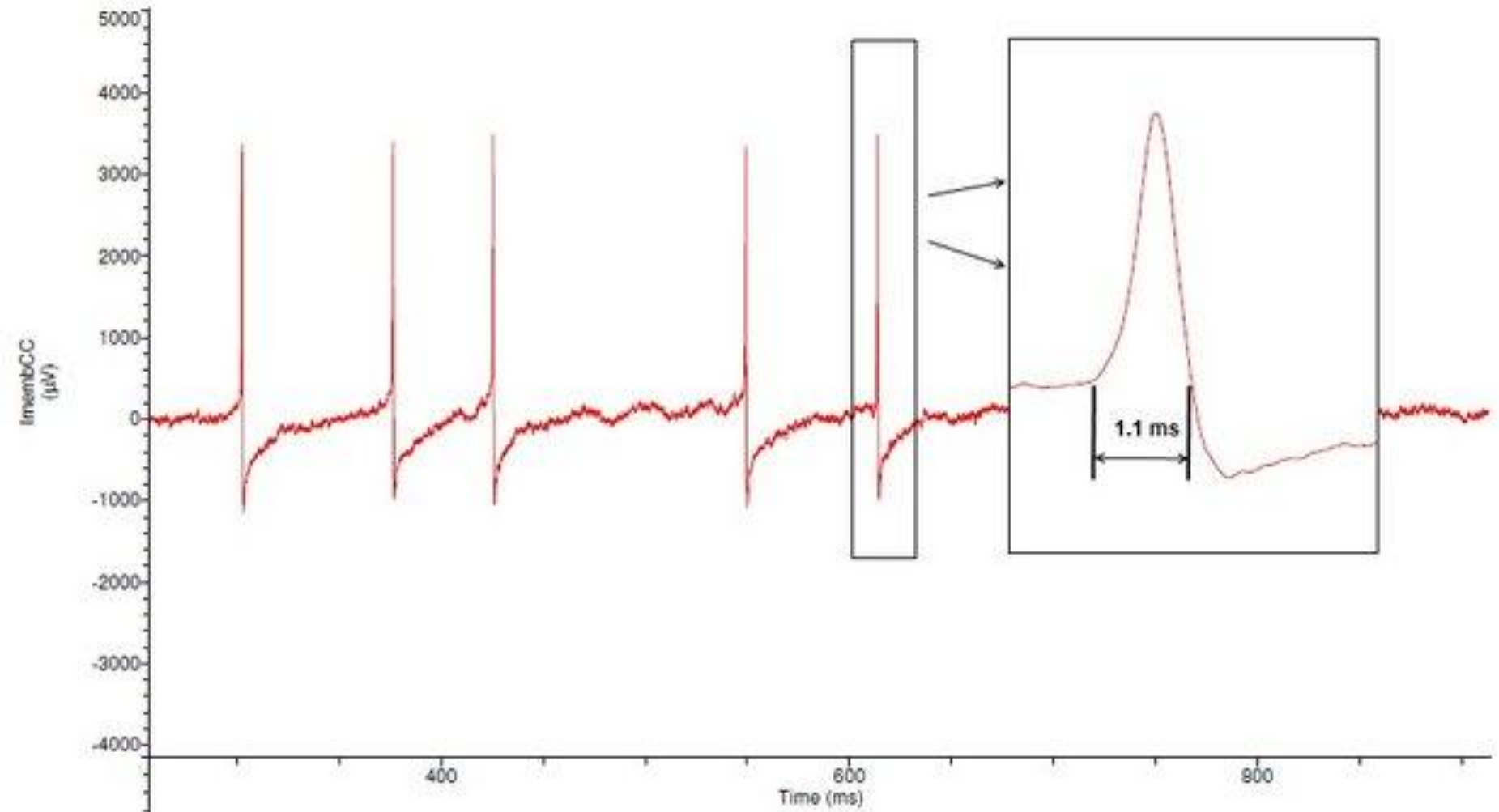


3. Na⁺ diffuse away from the carrier molecule, two K⁺ bind to the carrier molecule, and the phosphate is released.



4. The carrier molecule resumes original shape, transporting K⁺ across the membrane, and K⁺ diffuse away from the carrier molecule. The carrier molecule can again bind to Na⁺ and ATP.

- Нейроны «общаются» импульсами – потенциалами действия (80-100 мВ)



Вхождение
в нейрон Na^+

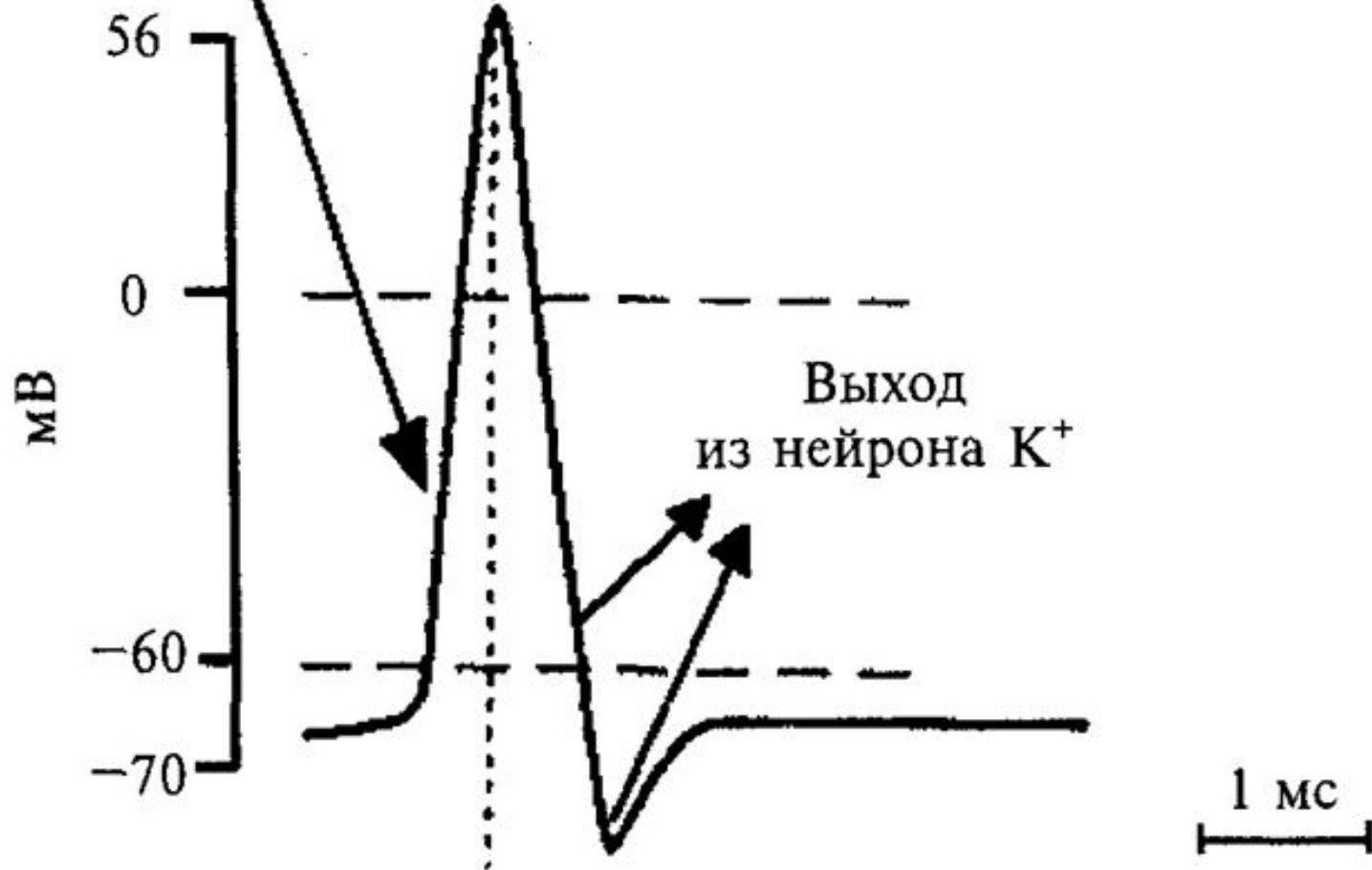
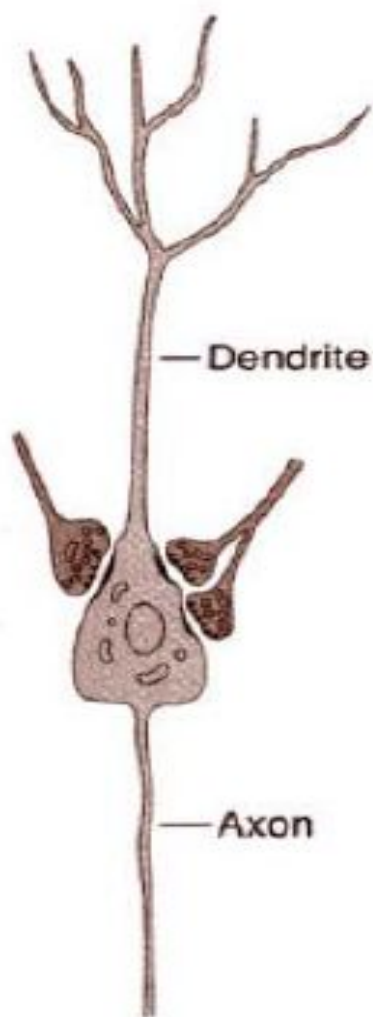
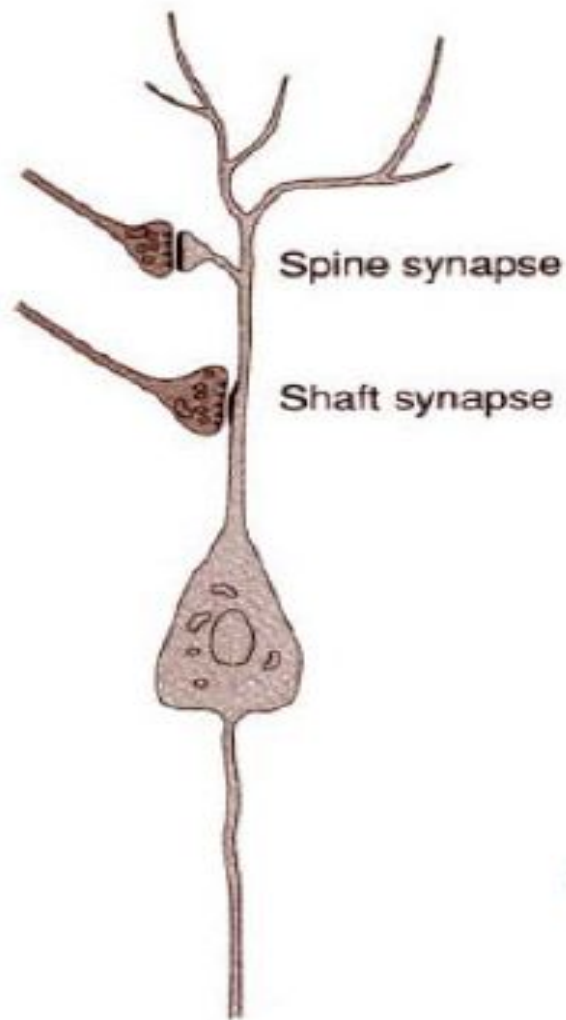


Схема событий при возбуждении нейрона.

Типы синаптических контактов



Axosomatic synapses



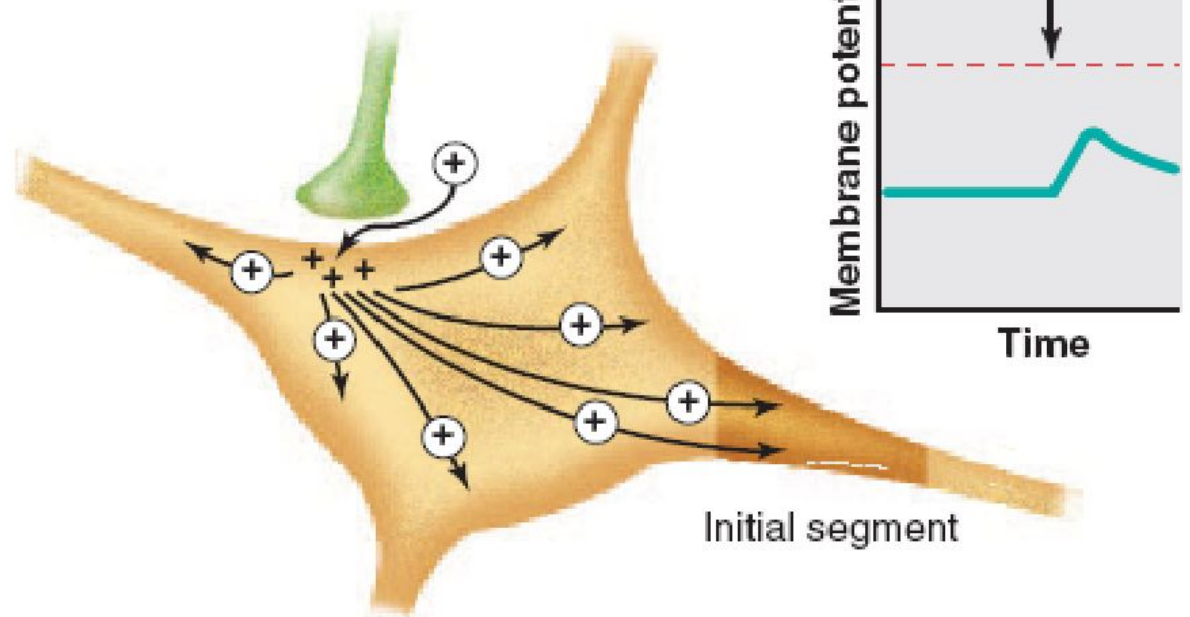
Axodendritic synapses



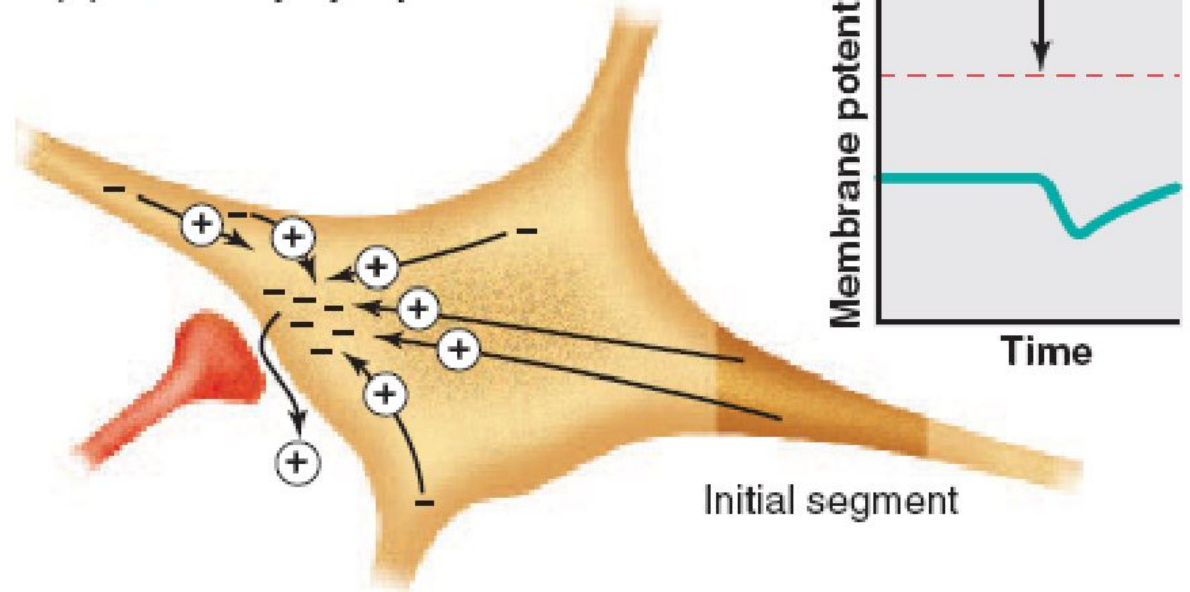
Axo-axonic synapse

- Под влиянием потенциалов действия, поступающих через синапсы, генерируются возбуждательные и тормозные постсинаптические потенциалы (ВПСП и ТПСП).

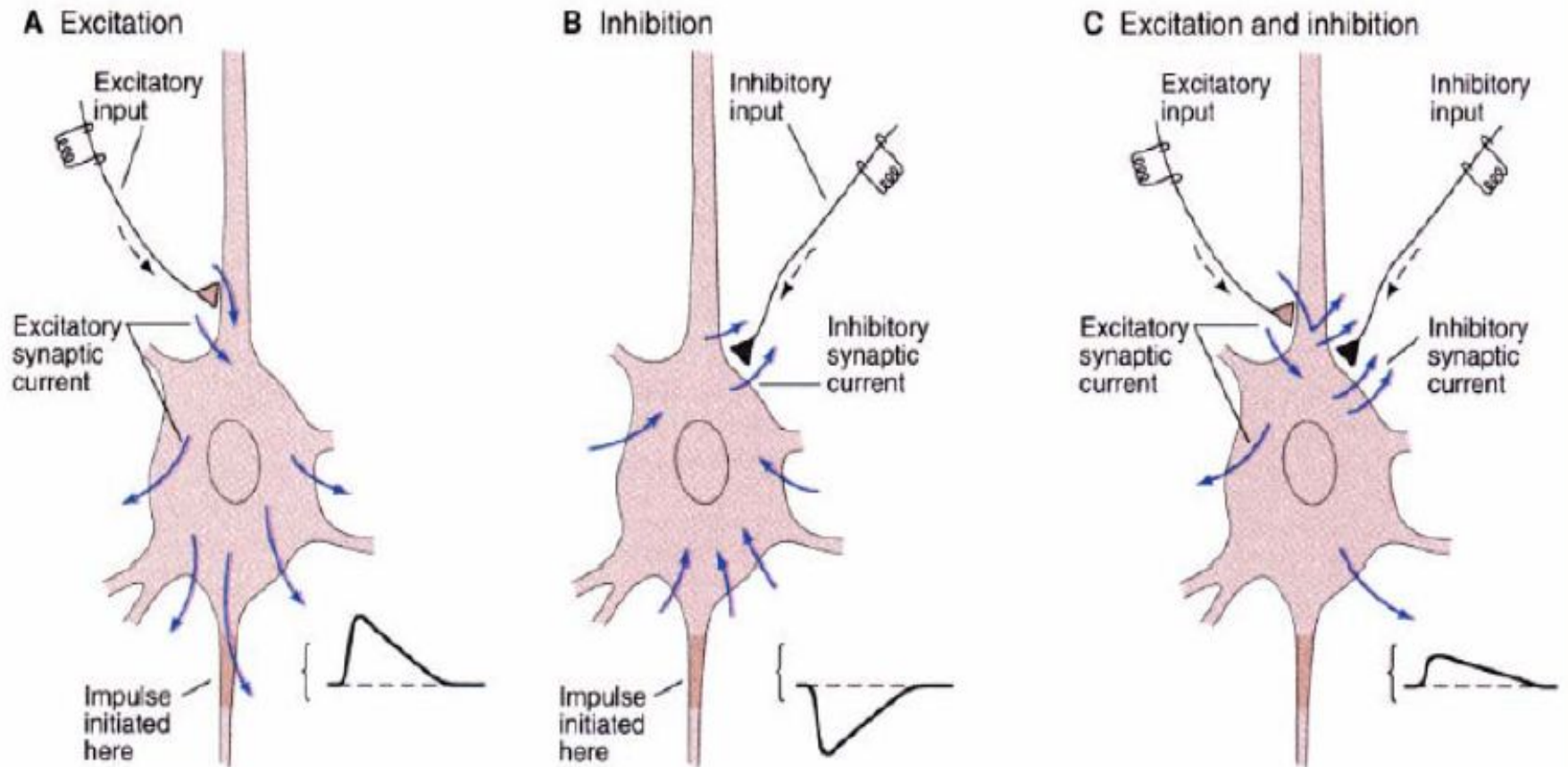
(a) Excitatory synapse



(b) Inhibitory synapse



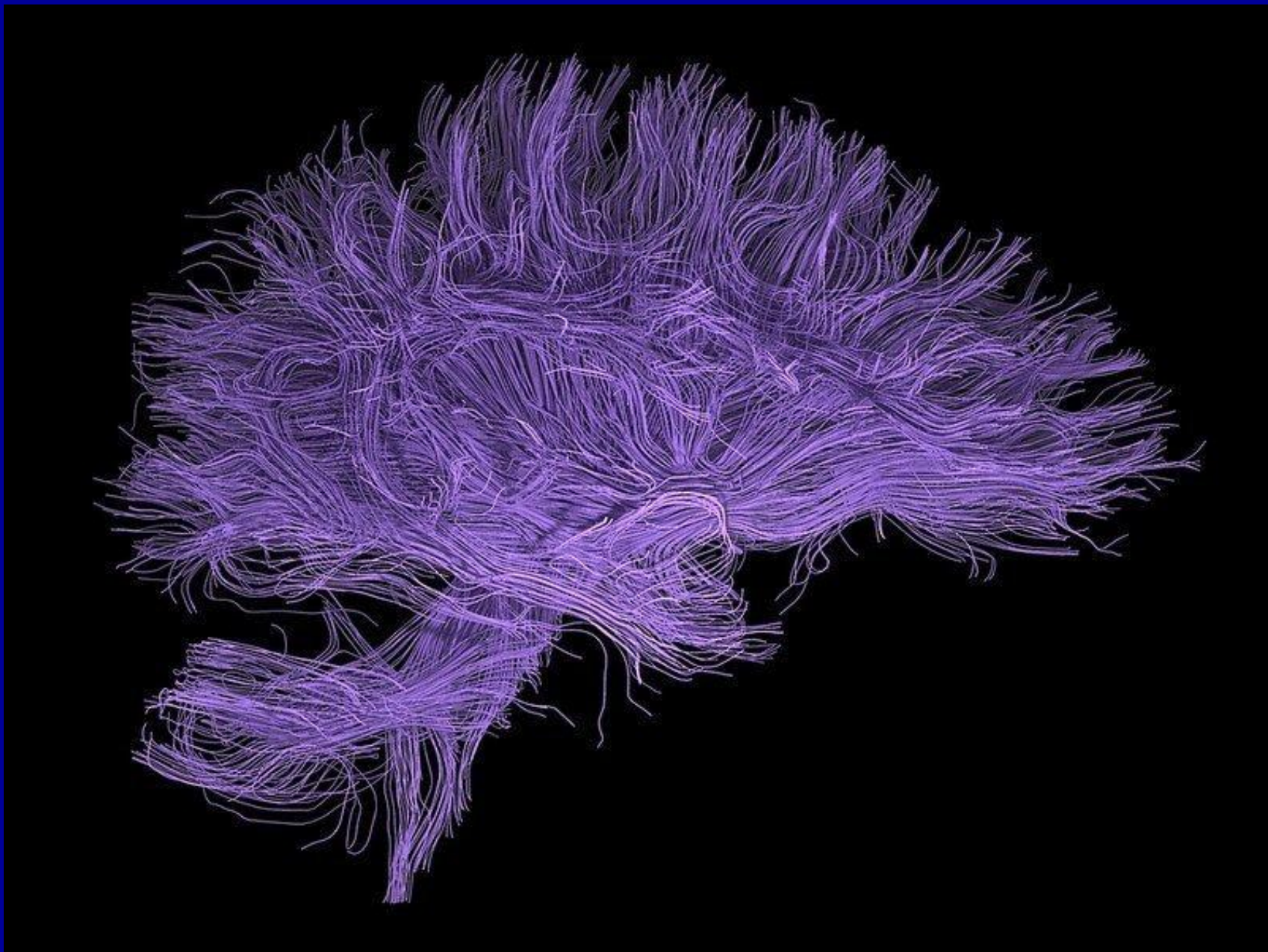
Суммация ВПСТ и ТПСТ



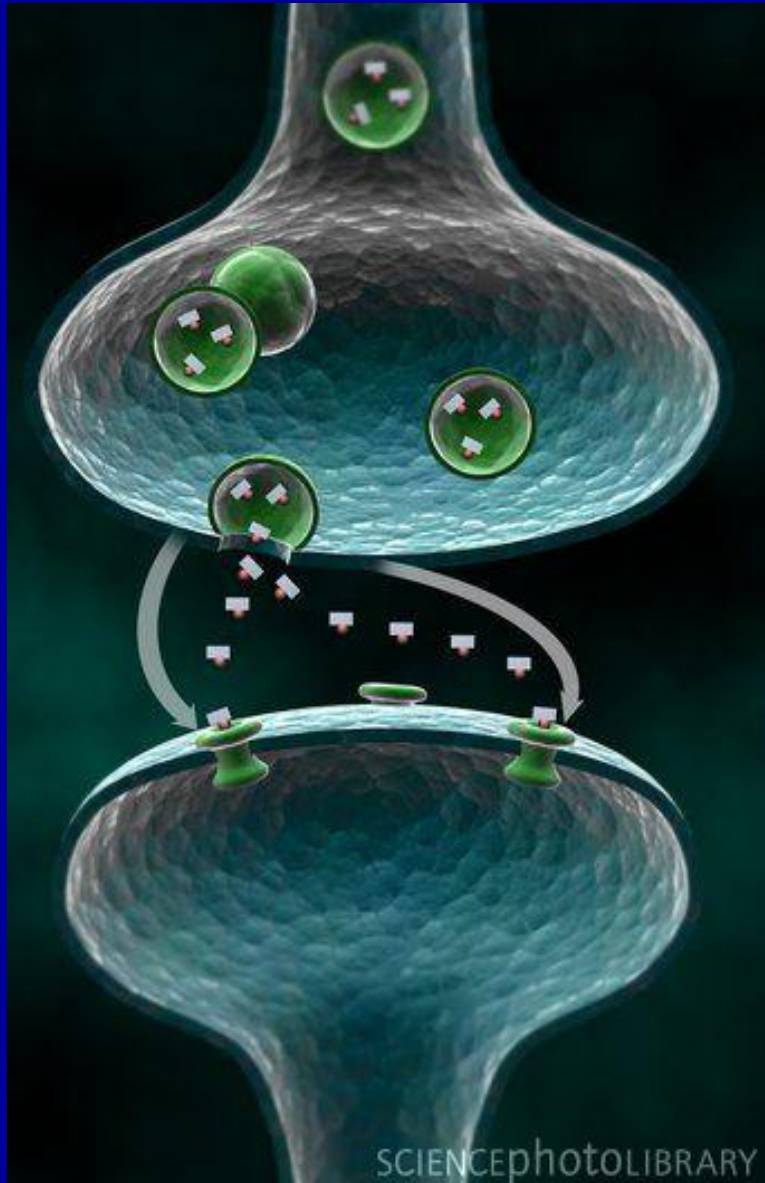
- Нейроны интегрируют возбуждающие и тормозные влияния. Выходной сигнал определяется следующими механизмами:

1. Алгебраическая суммация ВПСП и ТПСП.
2. Взаимное расположение возбуждающих и тормозных синапсов.
3. Эффективность синапсов.

Волокна мозга (коннектом)



III. Медиаторы и модуляторы



- Свойства синапсов зависят от их медиаторов и рецепторов.
- Медиаторы (более 30 видов).
Принцип Дейла: один нейрон – один медиатор.

Чем заполнены везикулы

Нейропередатчики (нейротрансмиттеры)

- Ацетилхолин
- Норадреналин
- Серотонин
- Дофамин
- Глицин
- γ -аминомасляная кислота (ГАМК)
- Глутамат
- Пептиды
- Оксид азота

Принцип Дейла

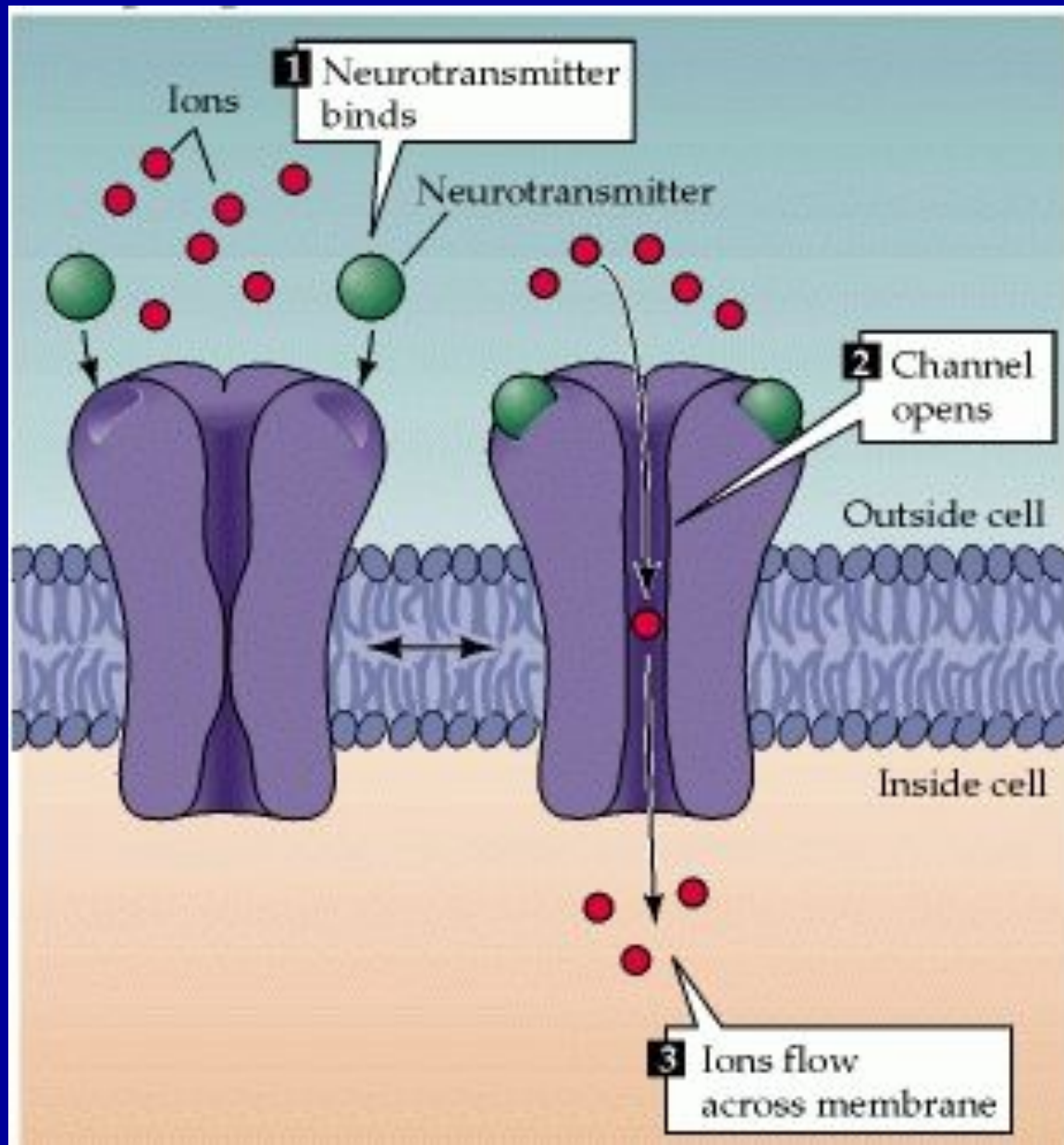
*Один нейрон
высвобождает
только один
нейропередатчик*

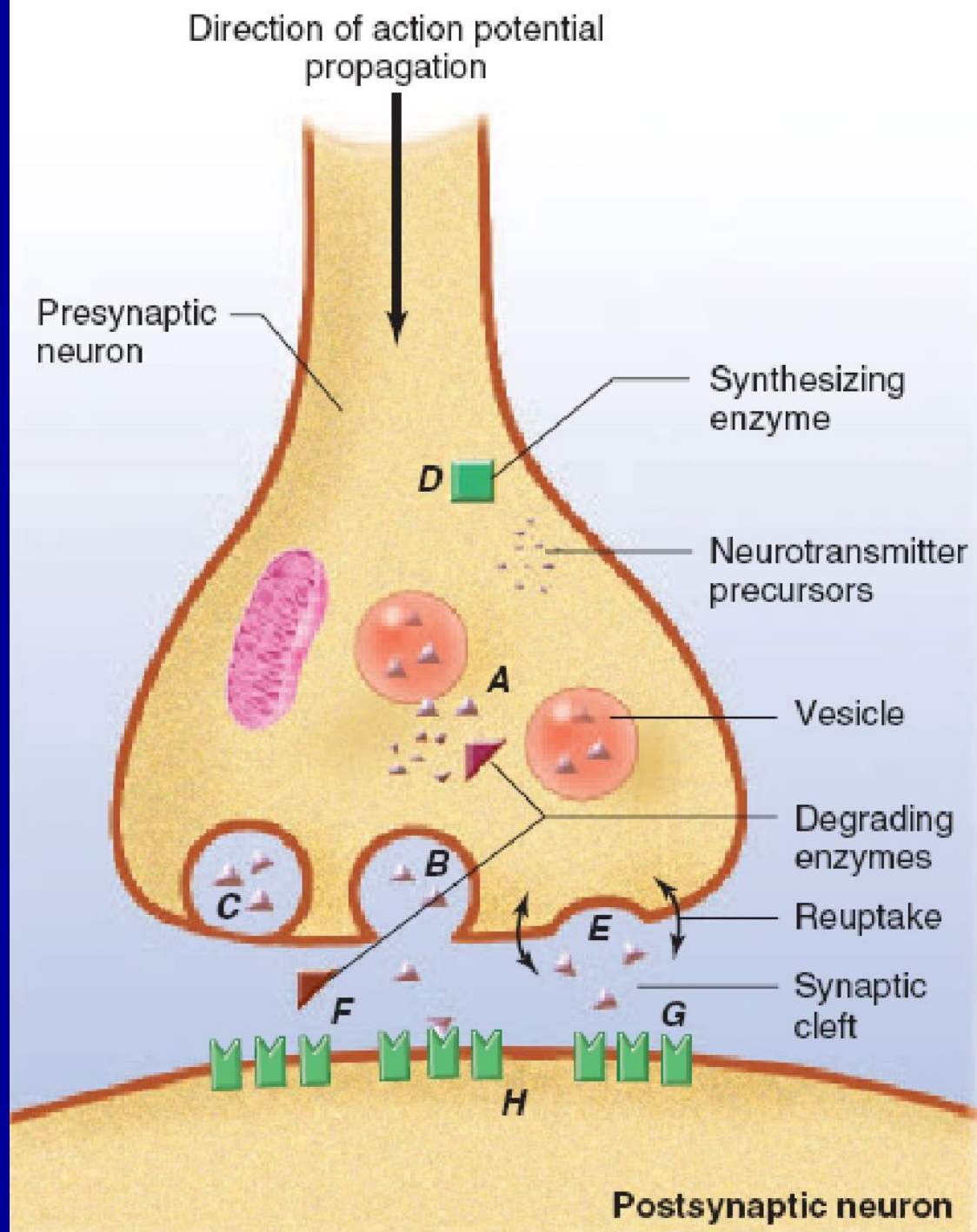
Показаны отступления
от этого принципа
(высвобождение
глицина и ГАМК,
ГАМК и глутамата и
т.д.)

Названия синапсов ГАМКергический, глутаматергический, глицинергический и т.д. (но холинергический)

- Типичные рецепторы к медиаторам – прямо объединены с ионным каналом (ионотропные);
- Эффект на нейрон-мишень наблюдается через 1 мс, продолжительность воздействия – от 100 мс до 1 с.
- Затем медиатор либо разрушается, либо всасывается в пресинаптическое окончание

Ионотропный рецептор

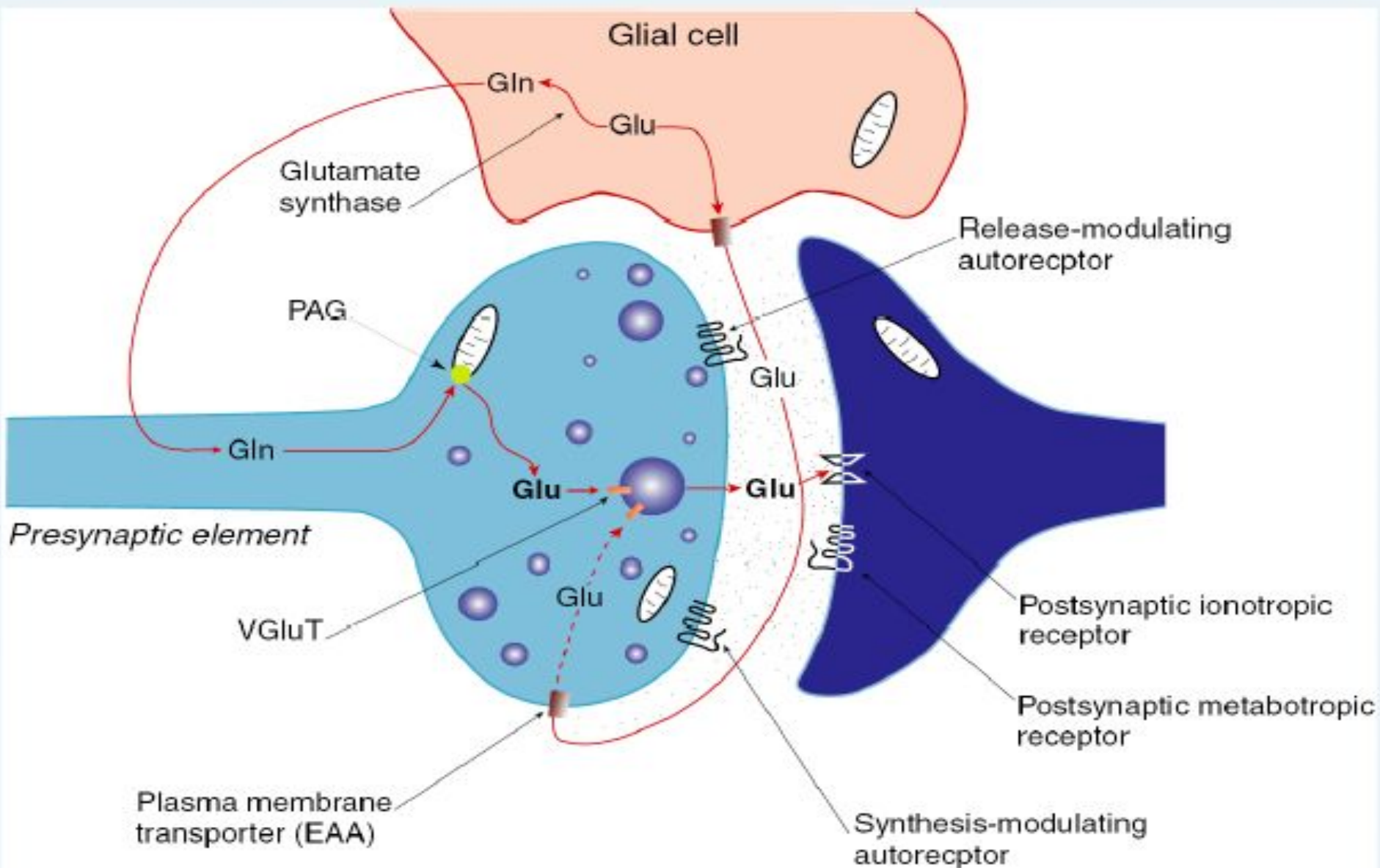




Возбуждающие нейроны ЦНС

- 75% возбуждения в головном мозгу (прежде всего, в коре) обеспечивают глутаматергические нейроны.

Схема глутаматергической передачи



Тормозящие нейроны ЦНС

- Торможение обеспечивают ГАМК-эргические нейроны. Аномалии в развитии рецепторов ГАМК – основная причина эпилепсии

Разнообразие ГАМКергических нейронов в ЦНС

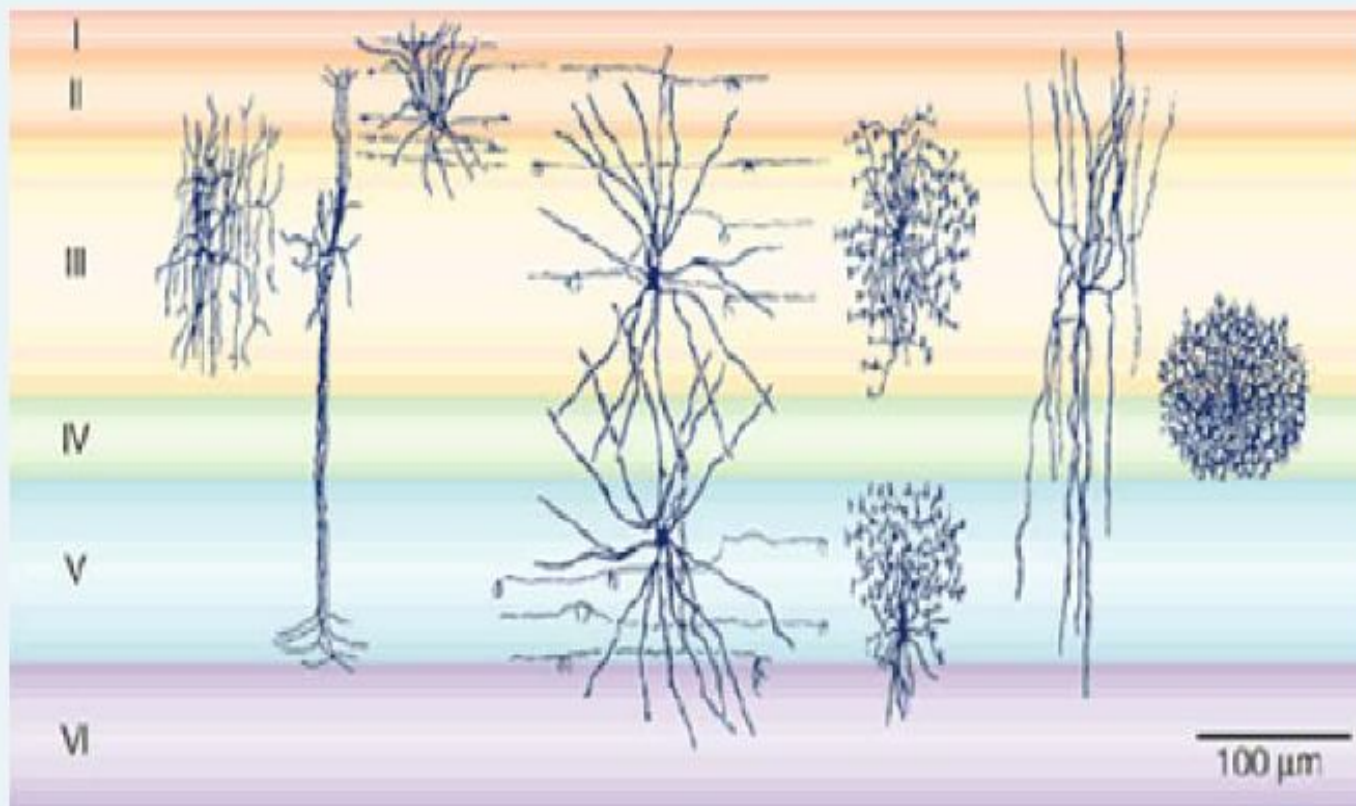
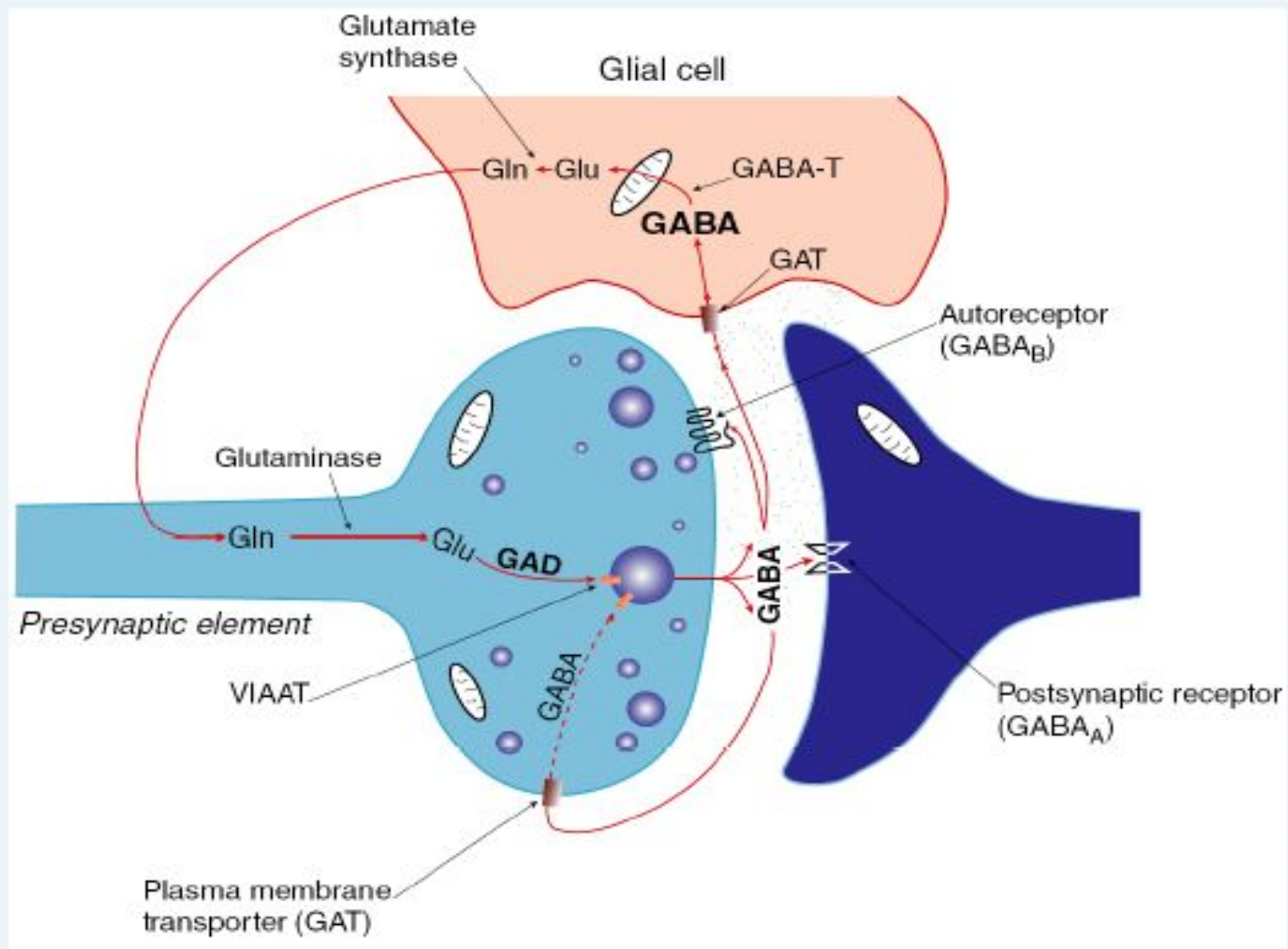
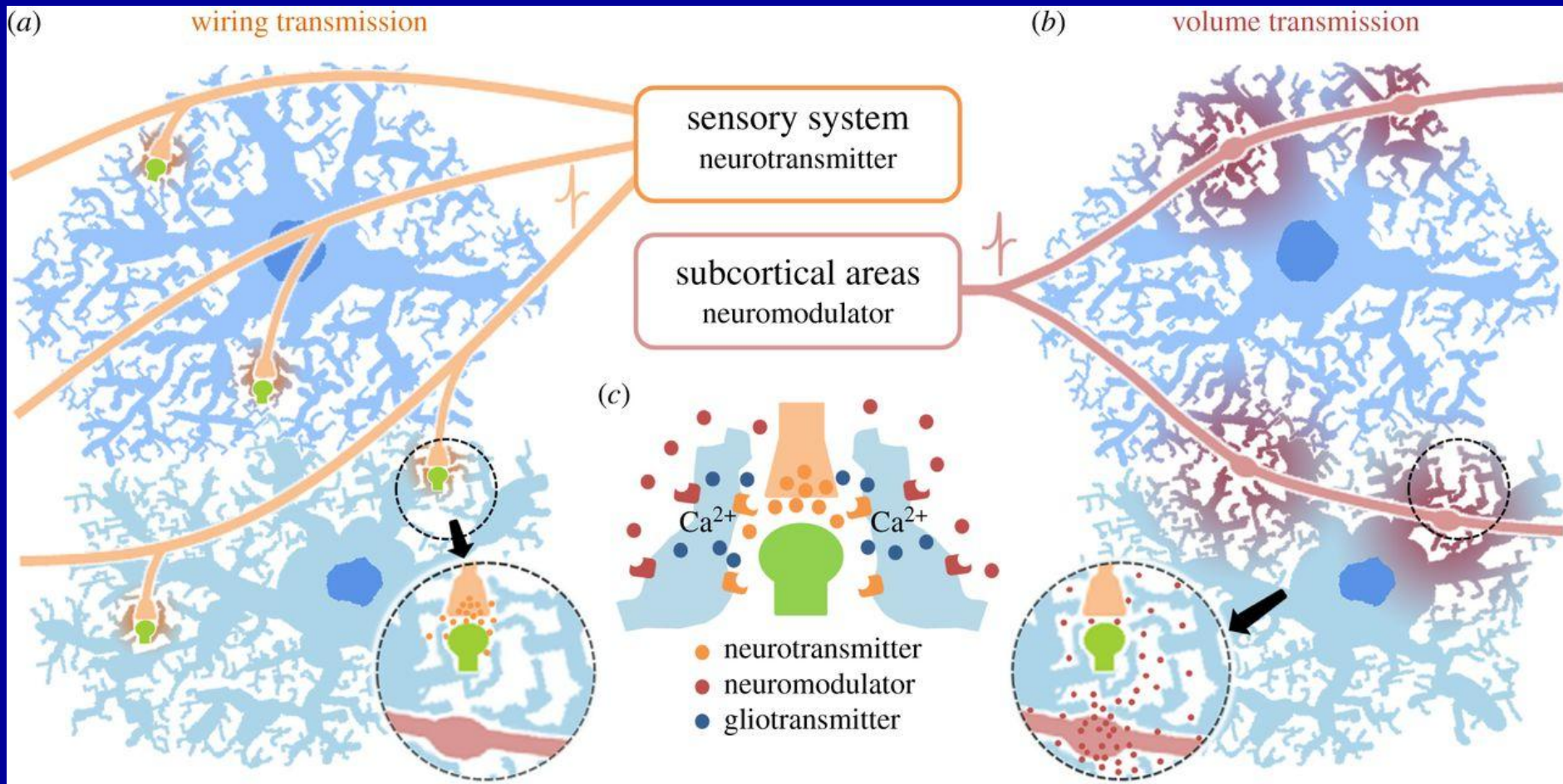


Схема ГАМКергической передачи

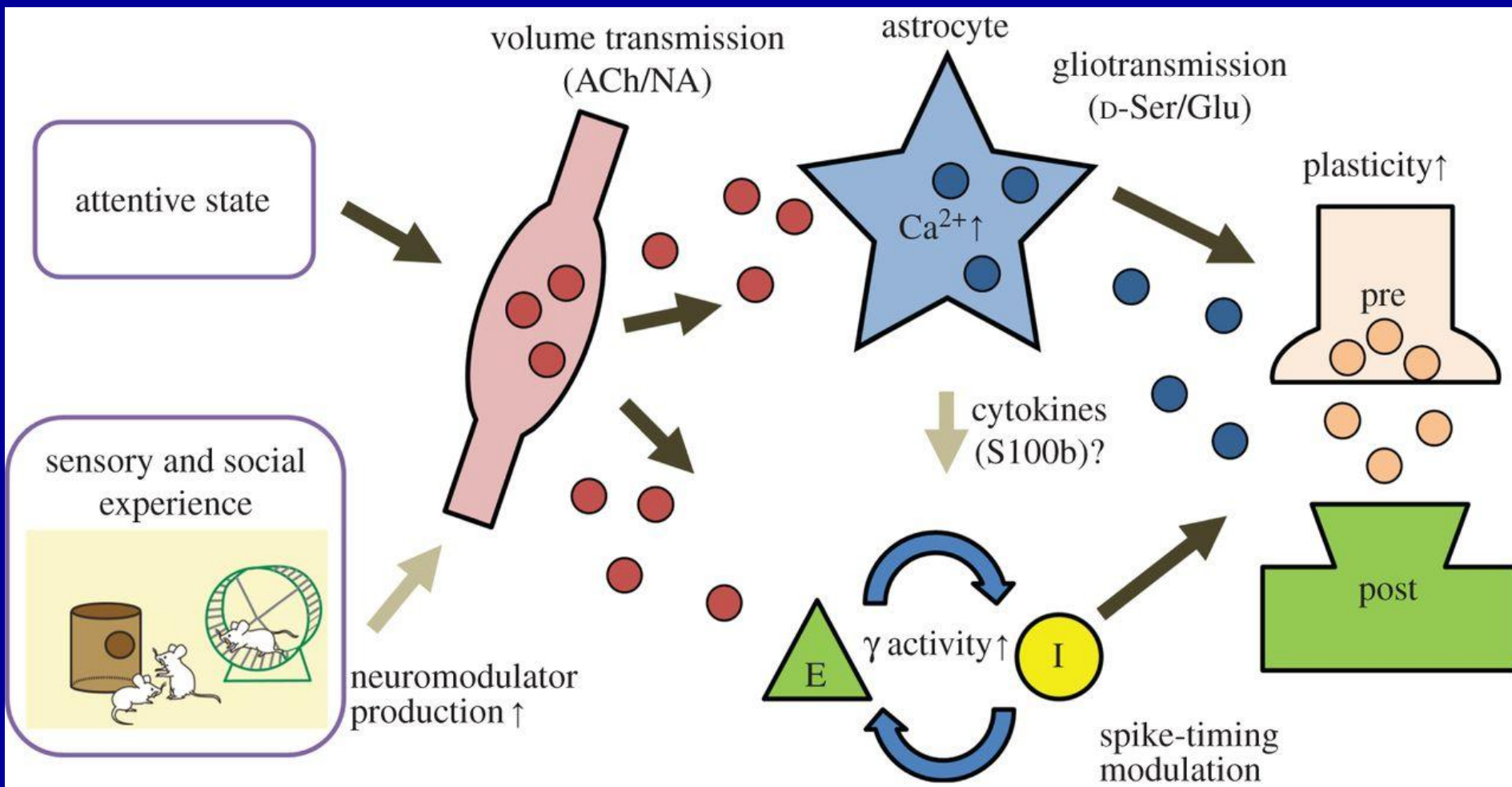


Обратный захват и инактивация ГАМК в глии

- Модуляторы выделяются в межклеточное пространство. В ничтожных концентрациях действуют на рецепторы удаленных нейронов.
- Длительность действия – от 1 с до нескольких часов.



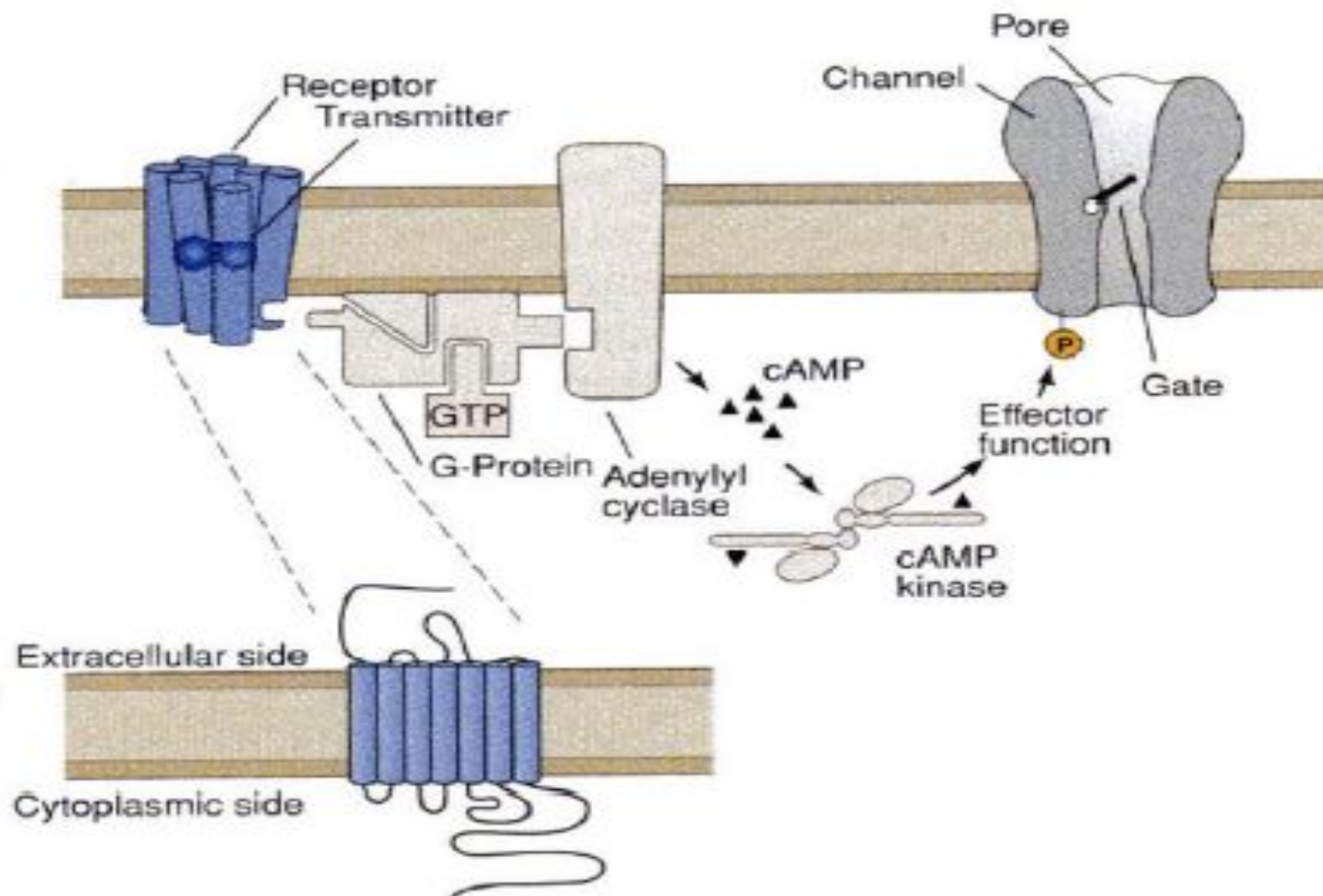
- Модуляторы обеспечивают объемную передачу сигнала



- Модуляторы влияют на проведение сигнала через синапсы

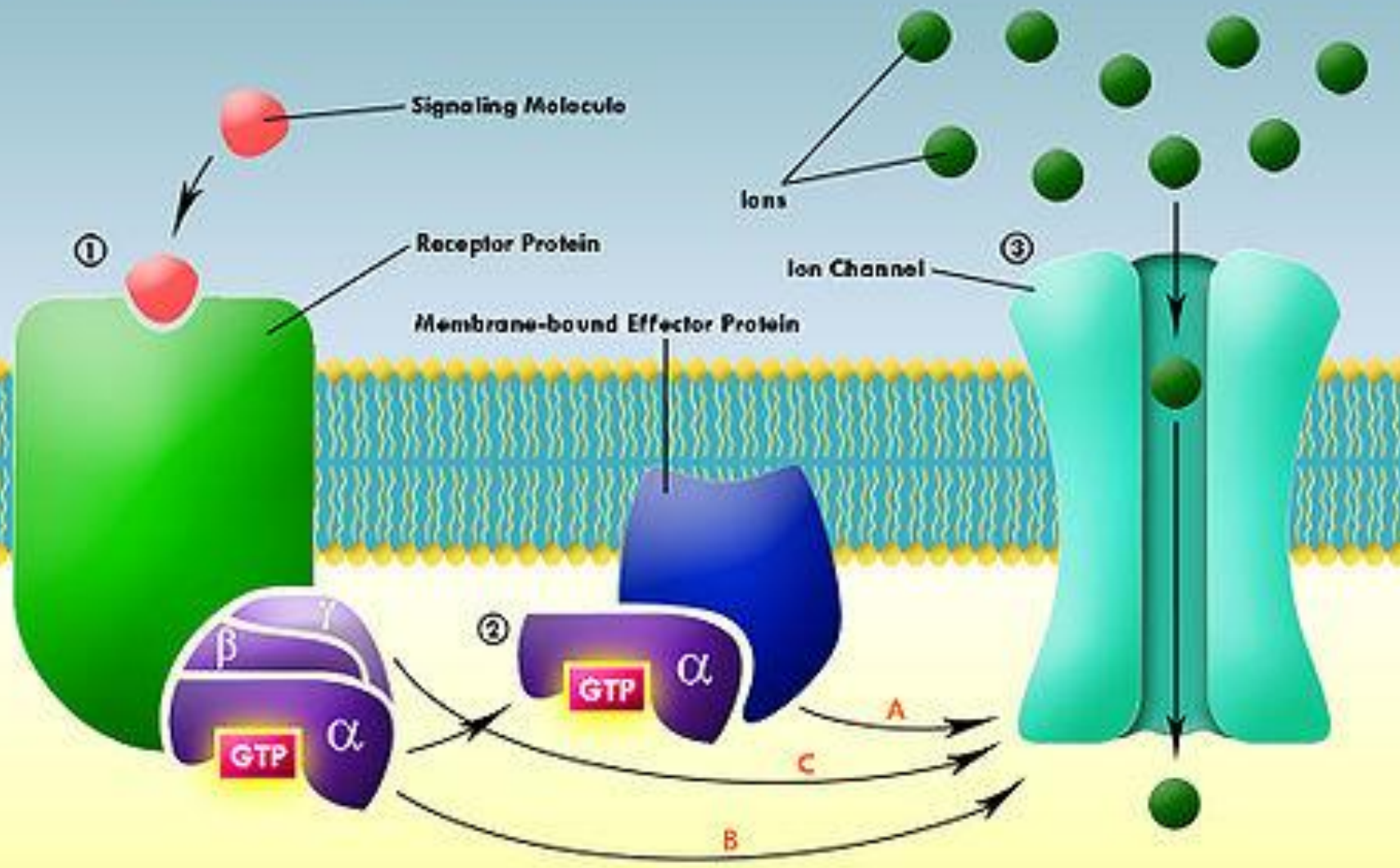
- Рецепторы к модуляторам влияют на ионные каналы через внутриклеточные вторичные посредники (т.е., метаботропные).
- Количество вторичных посредников увеличивается под влиянием кофеина и теина

Метаботропные рецепторы



G Protein-Gated Ion Channel

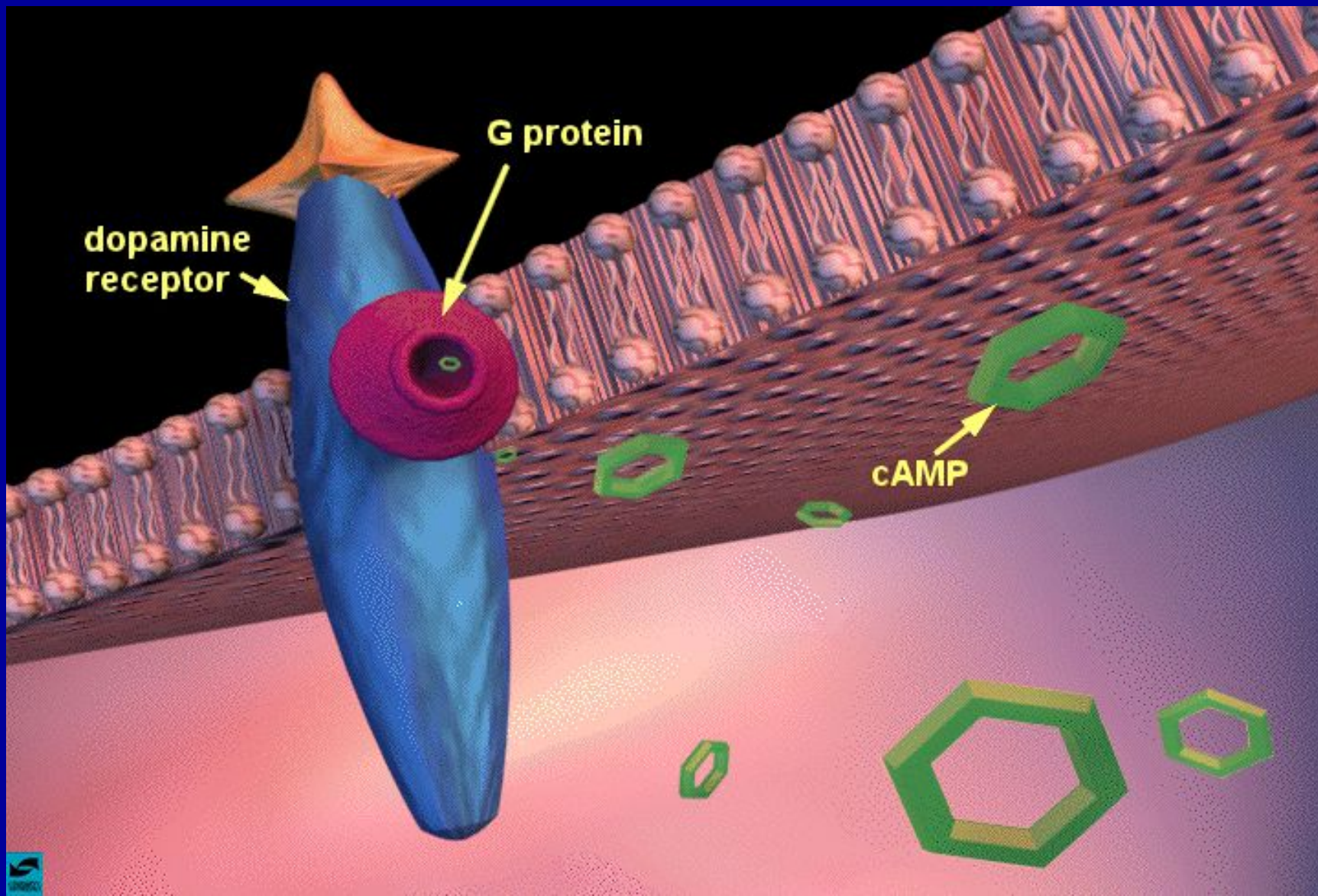
Extracellular Space



Intracellular Space

- Моноамины (дофамин – ДА, норадреналин – НА и серотонин – СТ) играют роль как медиаторов, так и модуляторов, возбуждают и тормозят в зависимости от рецепторов данного синапса.

Дофамин и другие моноамины могут действовать на метаботропные рецепторы



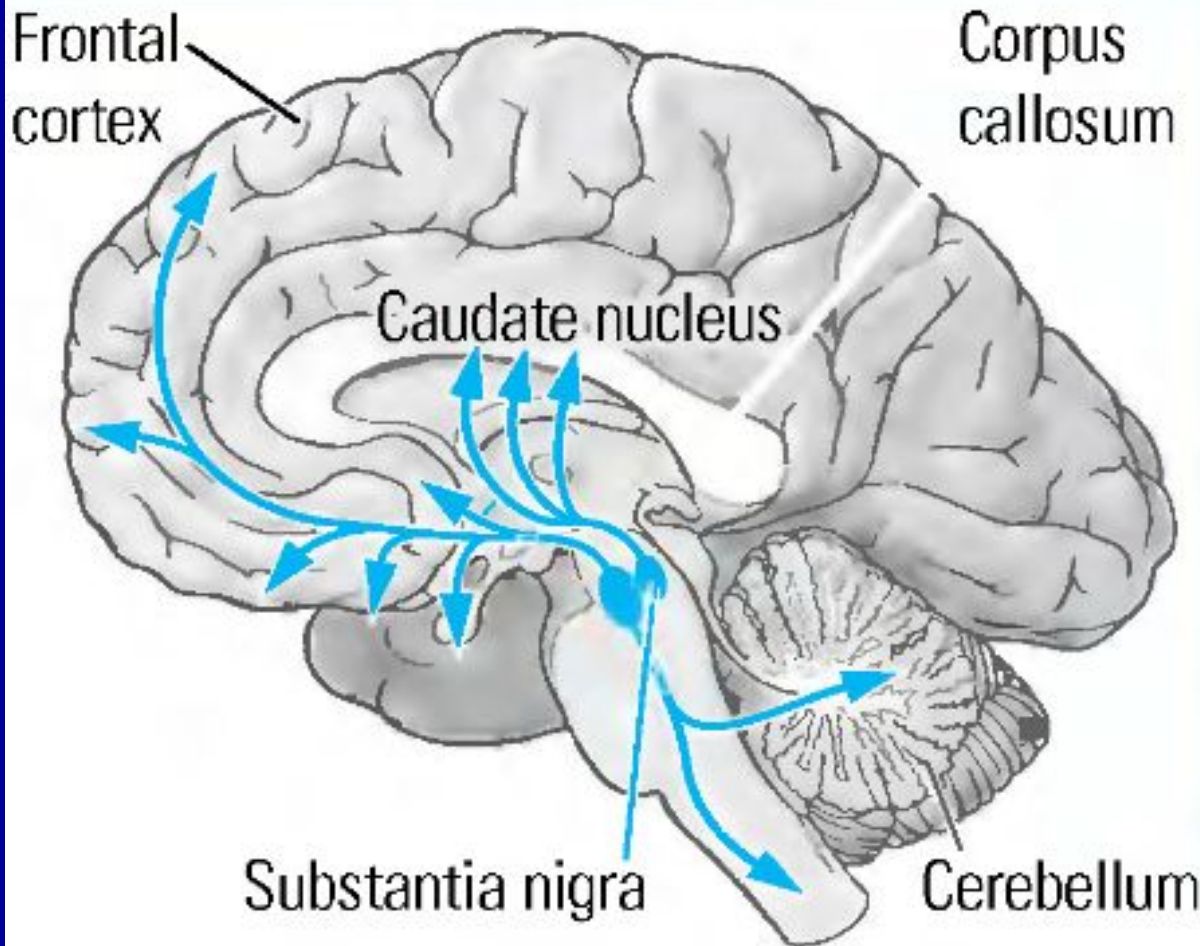
Дофаминергическая (ДА) система

Dopaminergic system (dopamine): Active in maintaining normal motor behavior. Loss of dopamine is related to Parkinson's disease,

in which muscles are rigid and movement is difficult.

Increases in dopamine activity may be related to schizophrenia.

(Receptors: D1–D6.)



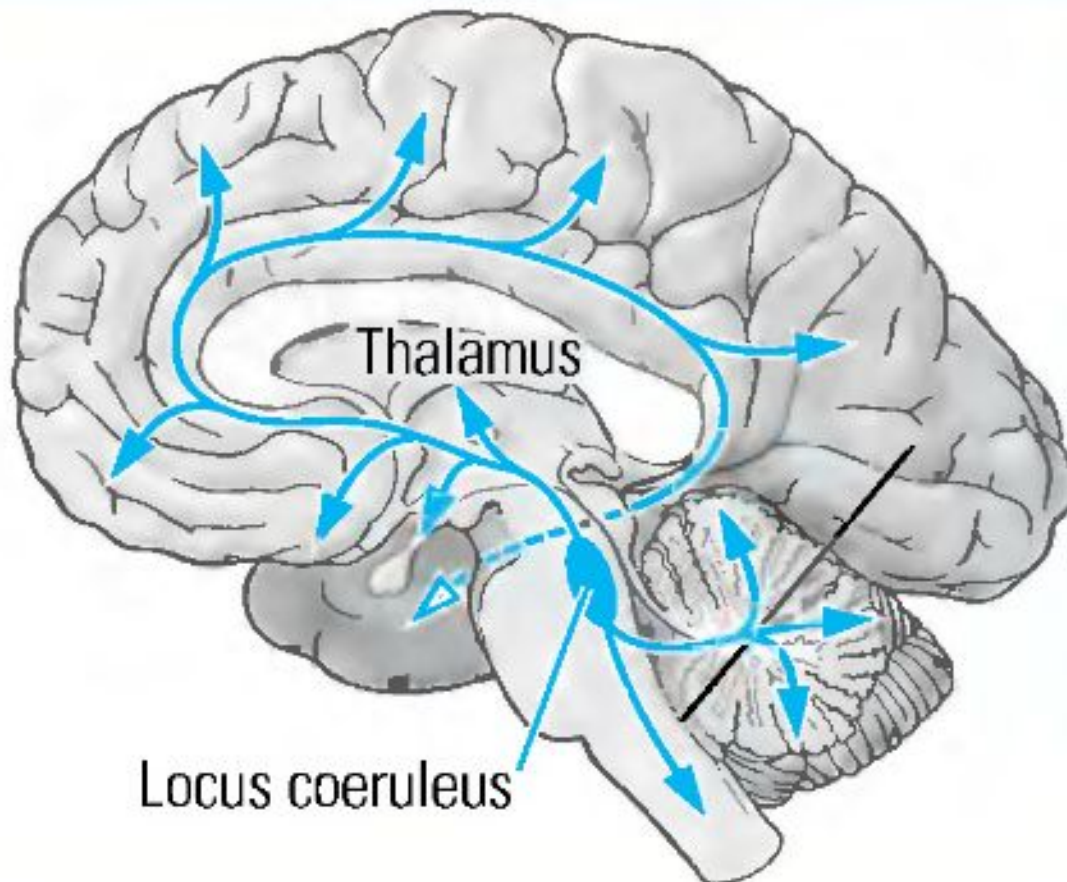
- ДА-нейроны лежат в среднем мозге. Контролируют подкорковые ядра и лобную кору.
- ДА вызывает в клетках-мишенях как возбуждающие, так и тормозные эффекты (в зависимости от типов рецепторов). Улучшает обработку информации.

- ДА-система отвечает за генерацию положительных эмоций, организацию движений и когнитивных процессов.
- При недостаточности – болезнь Паркинсона. При избыточной активности – шизофрения.

Норадренергическая система

Adrenergic system (noradrenaline): Active in maintaining emotional tone. Decreases in noradrenalin activity thought to be

related to depression, whereas increases in it are thought to be related to mania (excitable behavior). (Receptors: α_1 , α_2 , β_1 , β_2).

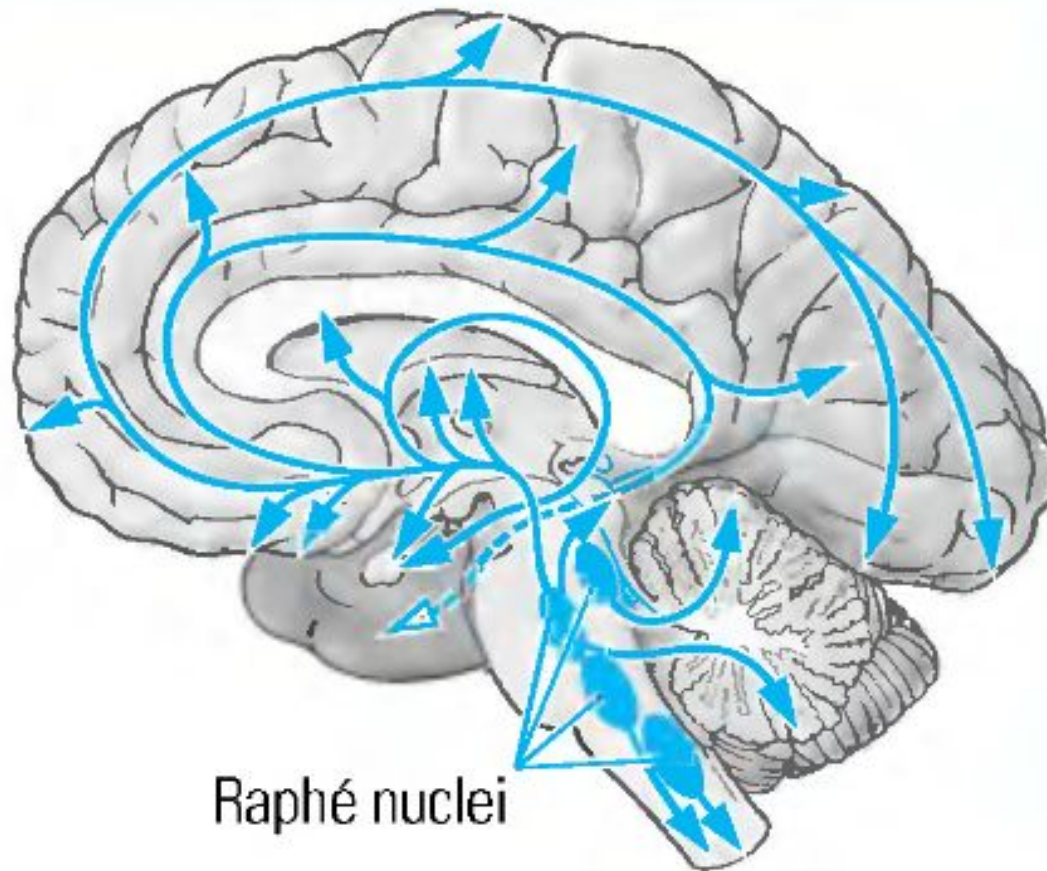


- НА-нейроны лежат в синем пятне. Их аксоны пронизывают всю кору мозга.
- Недостаточная активность НА-системы → депрессия, у детей – синдром дефицита внимания с гиперактивностью (СДВГ).
- Избыточная чувствительность мозга к НА → приступы паники, импульсивность и бессонница (применяют анксиолитики).

Серотониненергическая (СТ) система

Serotonergic system (serotonin): Active in maintaining waking patterns of EEG activity. Increases in serotonin activity are related

to obsessive compulsive disorders, tics, and schizophrenia. Decreases in serotonin activity are related to depression. (Receptors: 1A–1D, 2, 3, 1p.)

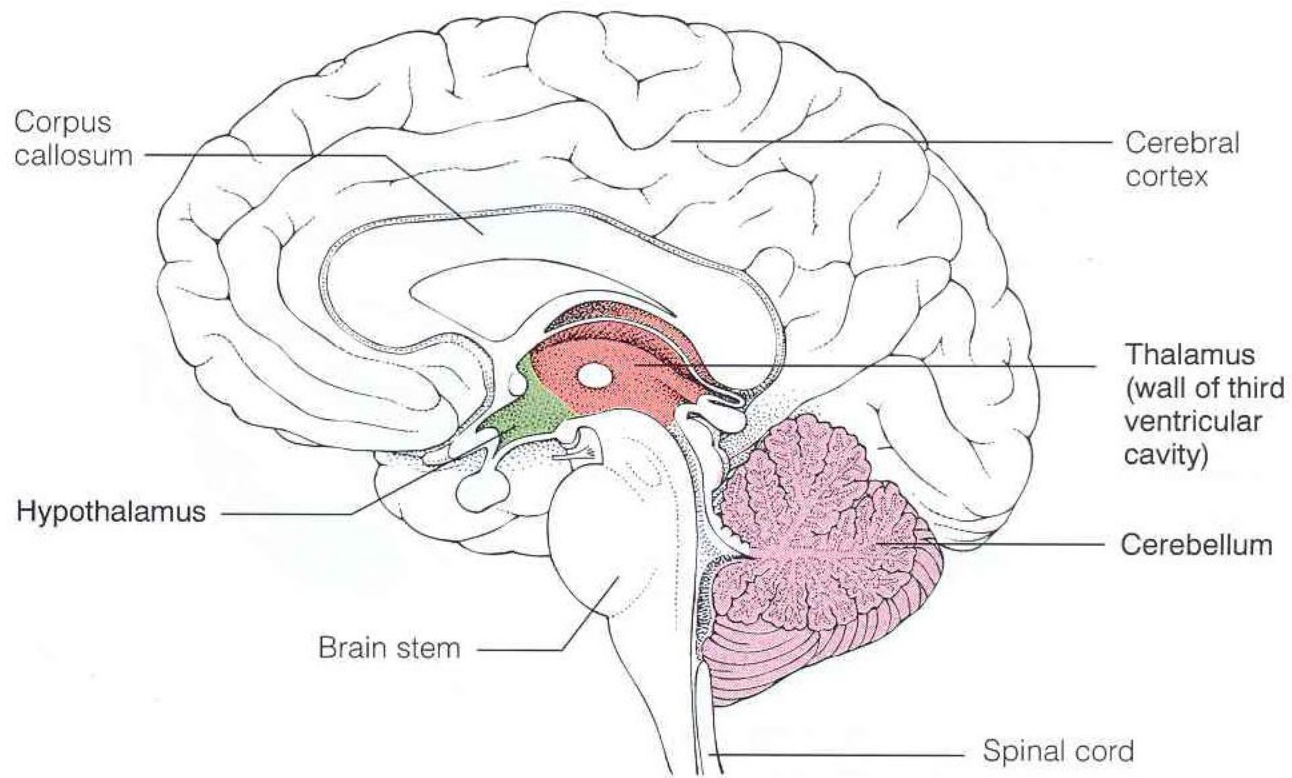
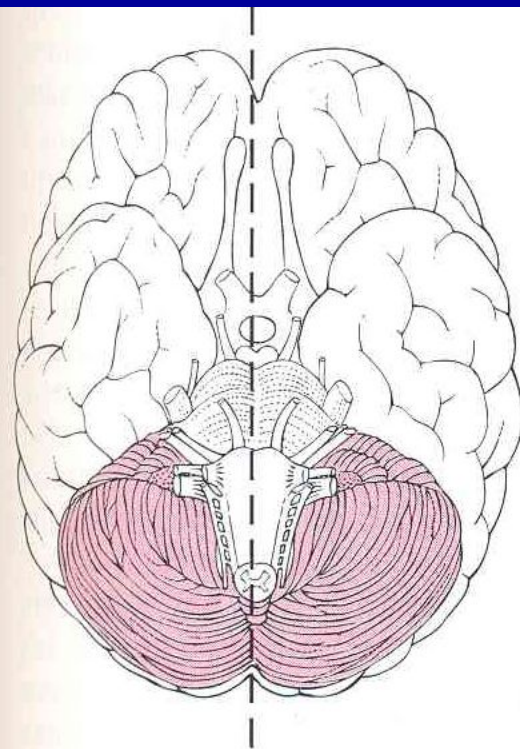


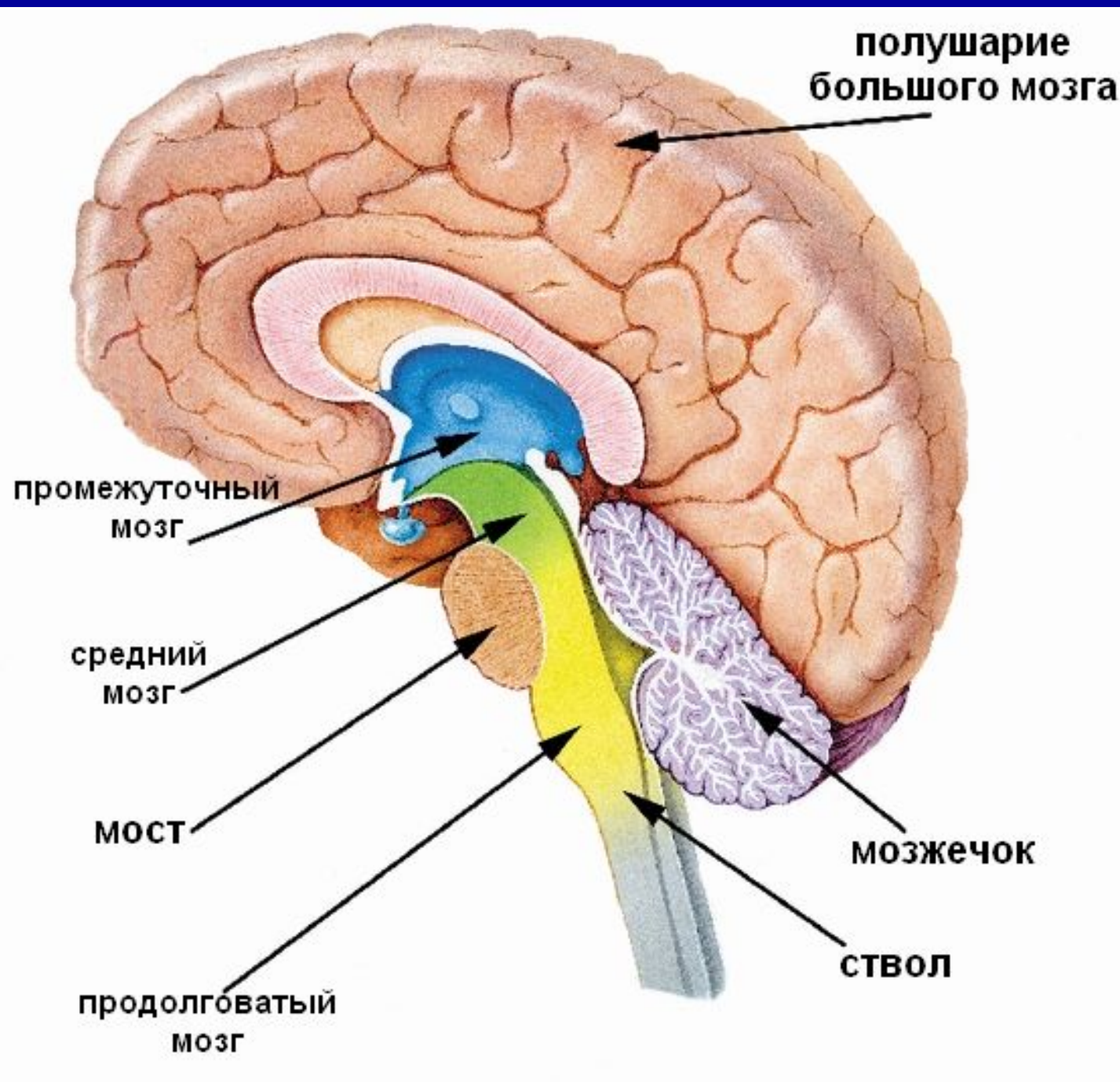
- СТ-нейроны лежат в ядрах шва ствола мозга, тормозят большинство нейронов коры. СТ-клетки активируются при ритмических движениях (ходьба, бег трусцой).
- При недостатке СТ – тревожность, депрессия, сопровождающиеся мигренью и вегето-сосудистой дистонией. На его обмен влияет питание (синтезируется из триптофана).

- Антидепрессанты – ингибиторы обратного всасывания ДА, НА и СТ.
- Однако важнее – нормализовать образ жизни (питание и физическая нагрузка). Имеются и немедикаментозные способы коррекции, в т.ч. на основе БОС.

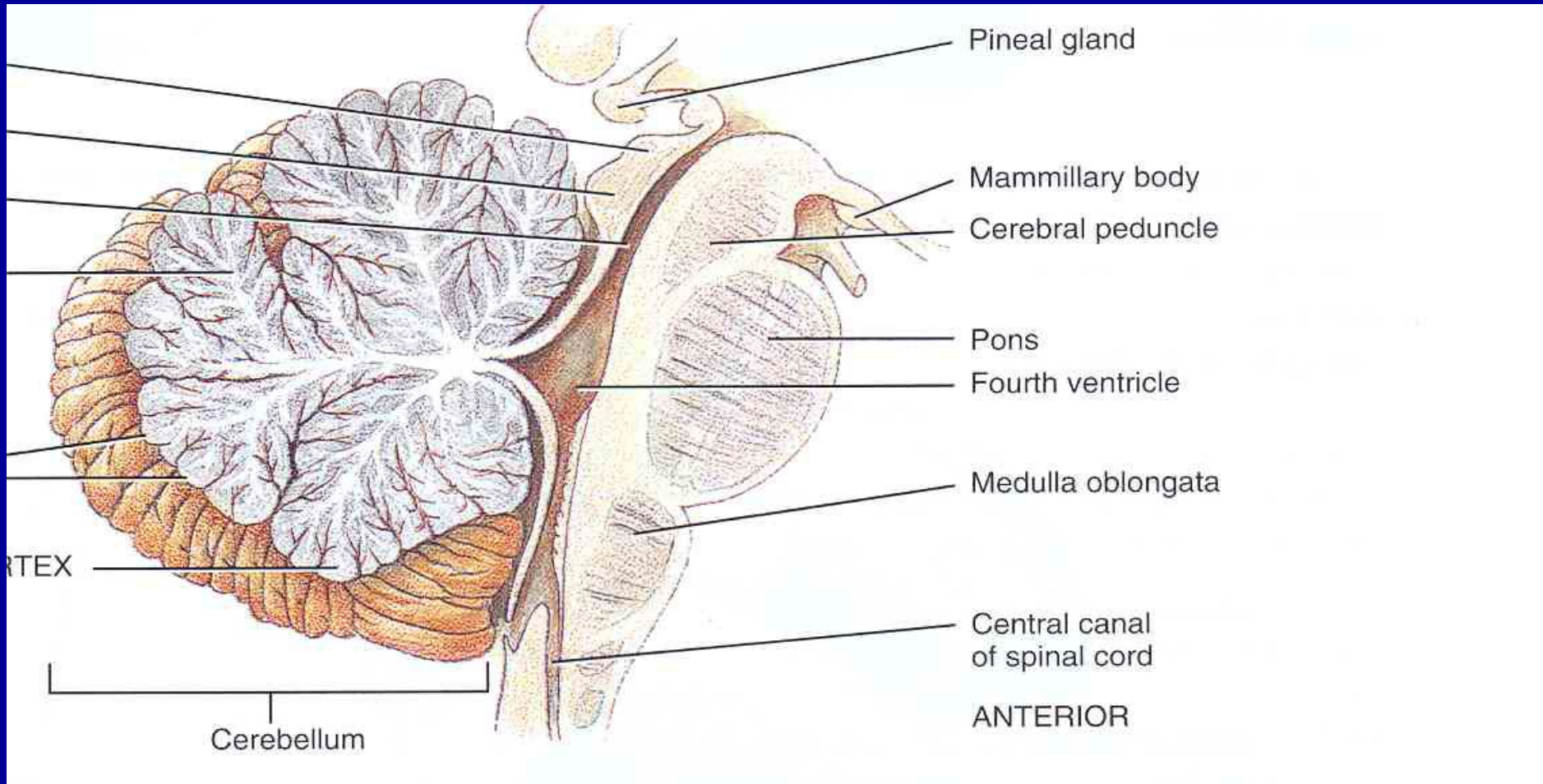
IV. Отделы мозга и их функциональное значение

Большие полушария и ствол мозга

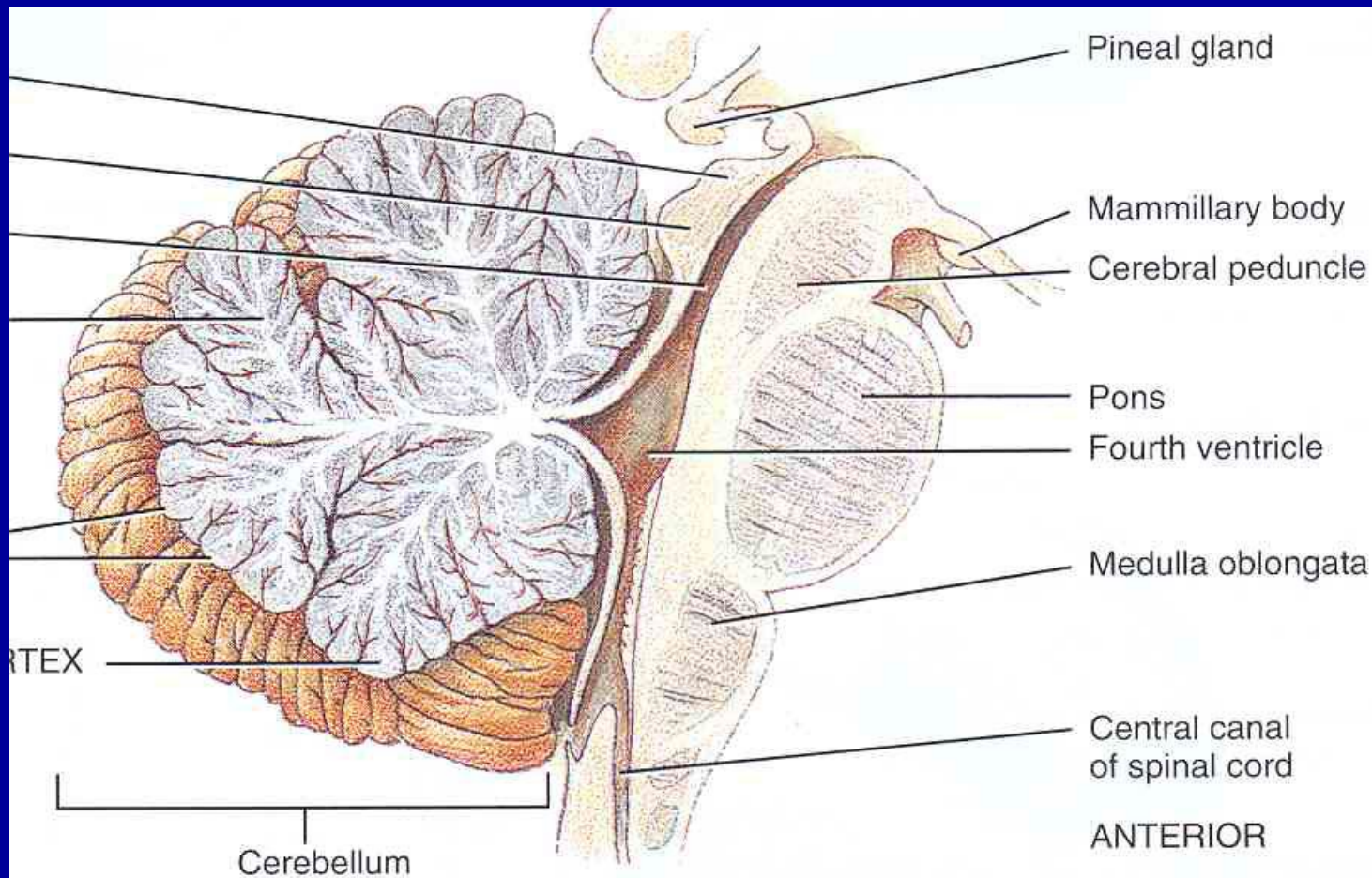




1. Продолговатый мозг и мост обеспечивают контроль дыхания, кровообращения и других жизненно важных функций.

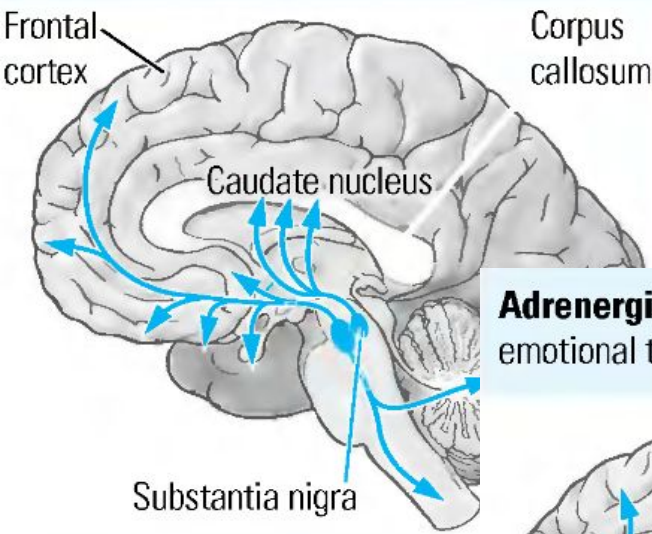


2. Средний мозг и соседние регионы содержит аминергические центры.



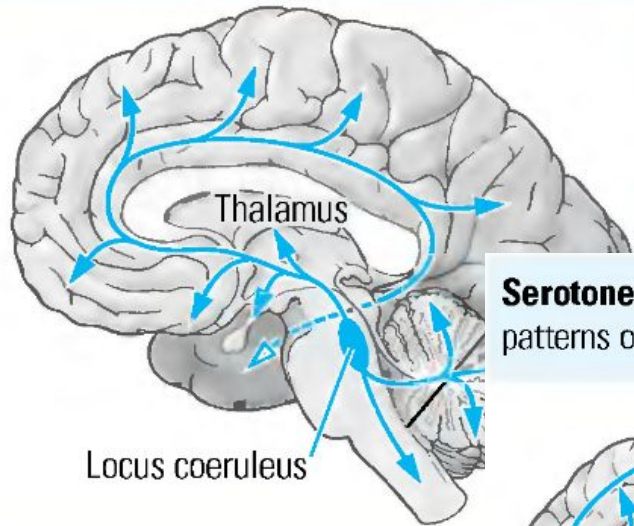
Аминергические системы мозга

Dopaminergic system (dopamine): Active in maintaining normal motor behavior. Loss of dopamine is related to Parkinson's disease,



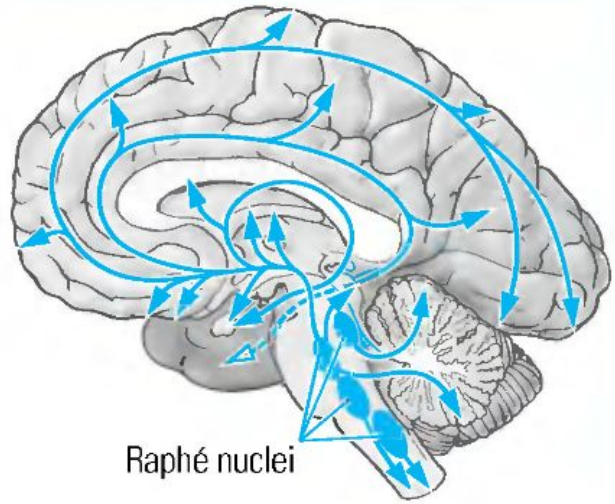
in which muscles are rigid and movement is difficult. Increases in dopamine activity may be

Adrenergic system (noradrenaline): Active in maintaining emotional tone. Decreases in noradrenalin activity thought to be related to depression,

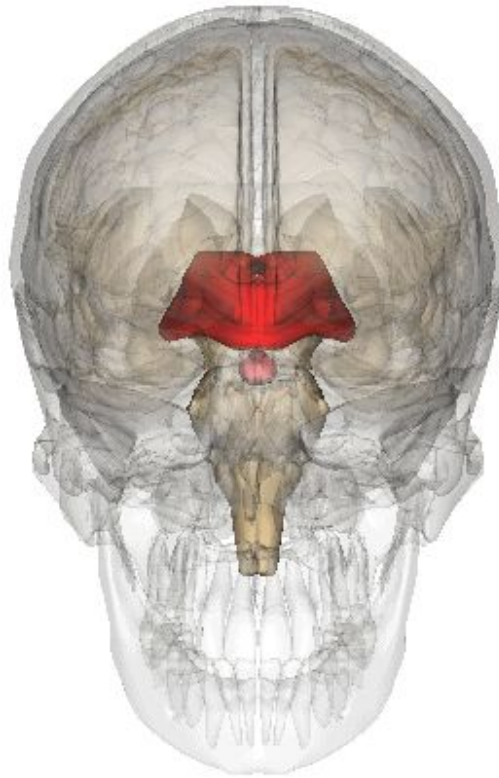


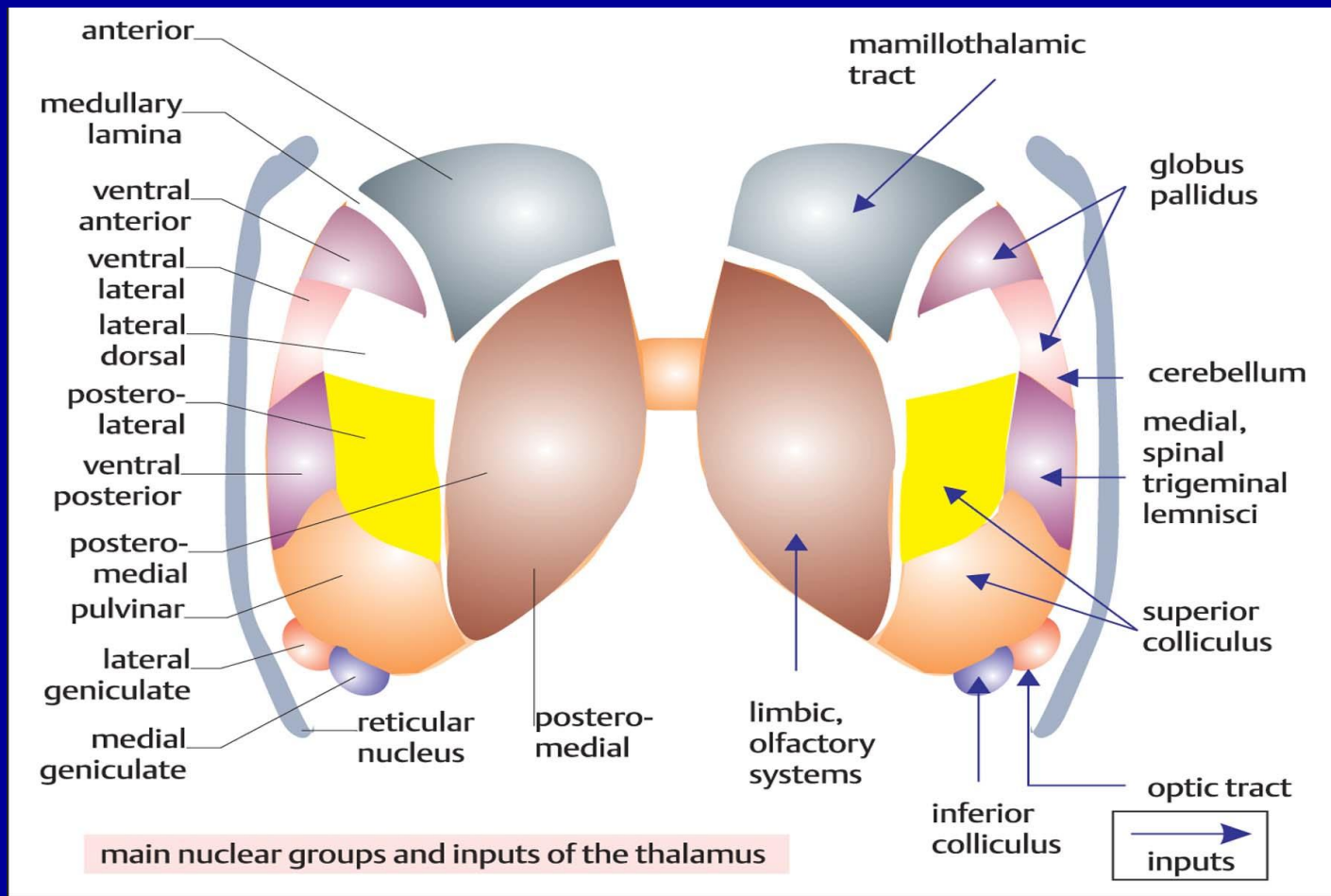
whereas increases in it are thought to be related to mania

Serotonergic system (serotonin): Active in maintaining waking patterns of EEG activity. Increases in serotonin activity are related to obsessive compulsive disorders, tics, and schizophrenia. Decreases in serotonin activity are related to depression. (Receptors: 1A-1D, 2, 3, 1p.)



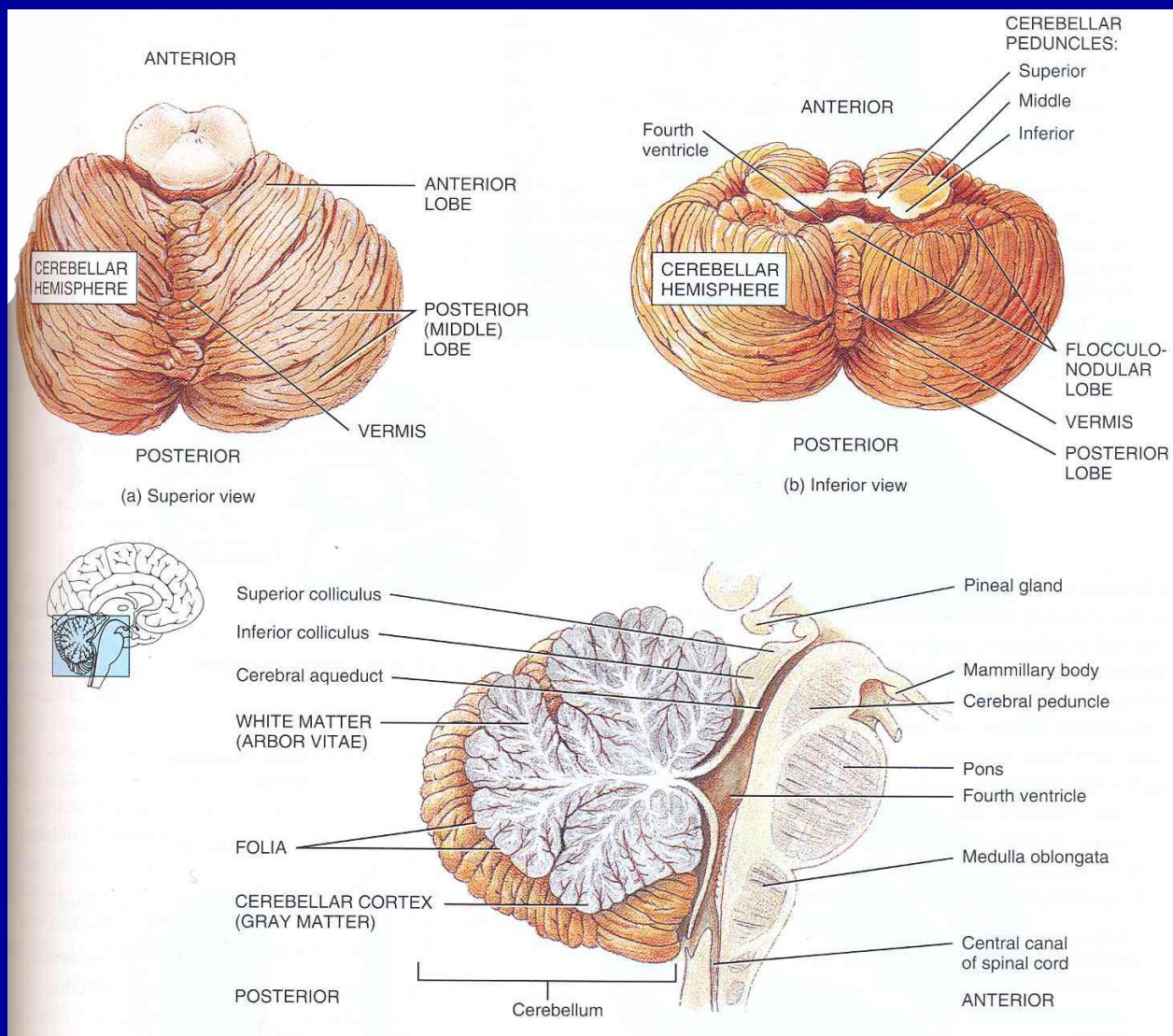
3. Промежуточный мозг содержит эпифиз, таламус и гипоталамус с гипофизом



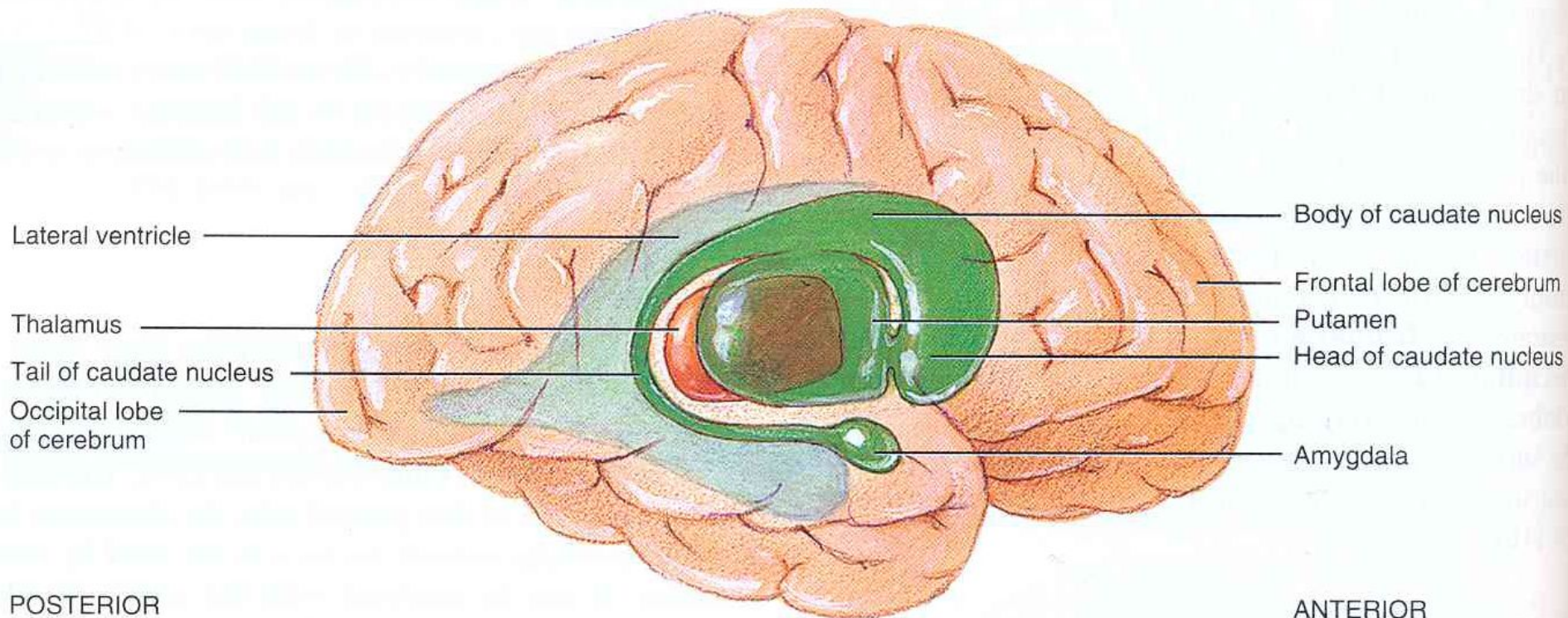


Таламус – «коммутатор» мозга, в нем возбуждающие и тормозящие нейроны (в ретикулярном ядре)

4. Мозжечок выполняет расчет движений («сопроцессор больших полушарий»)

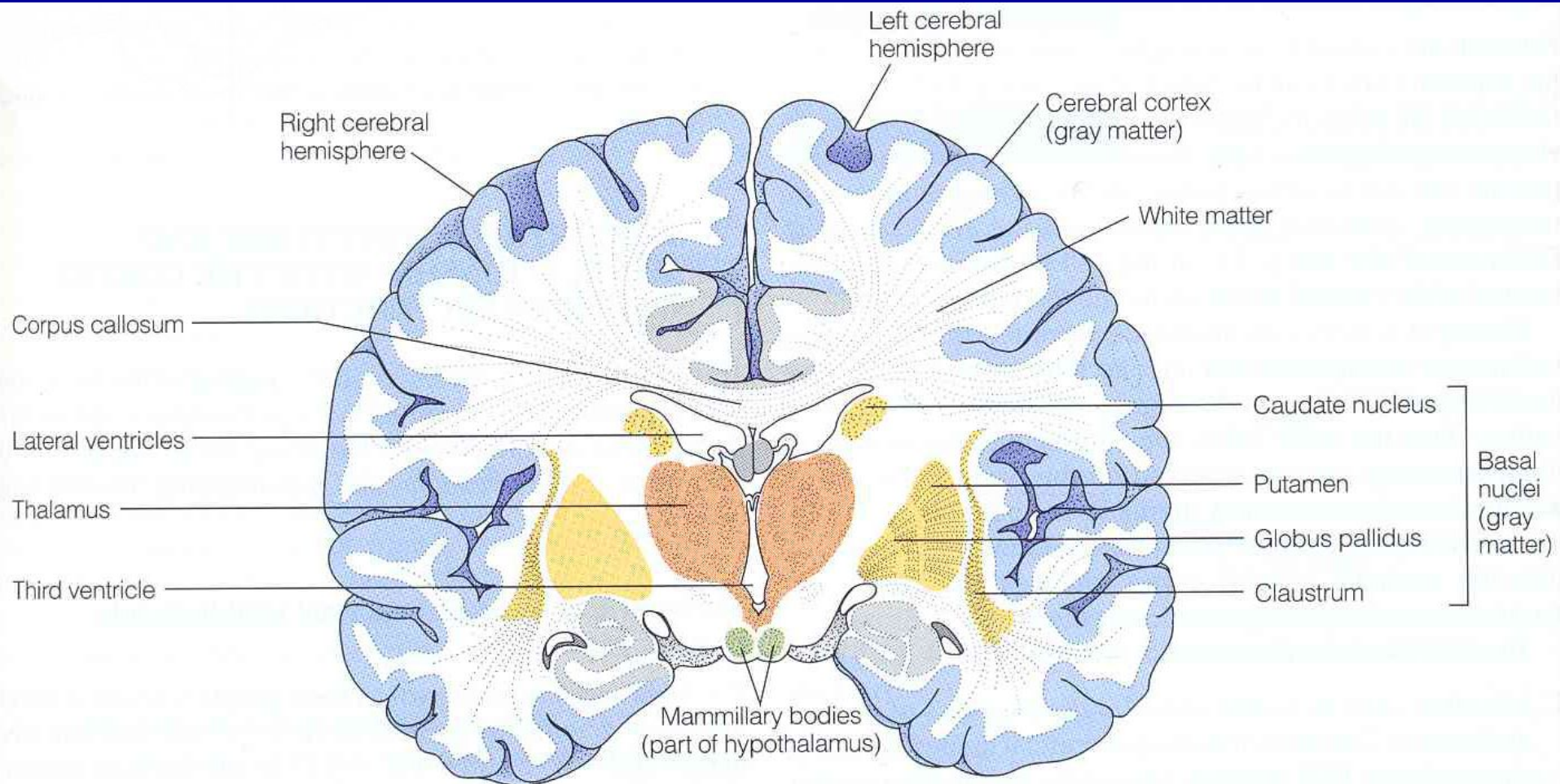


5. Передний мозг (полушария): кора и подкорковые ядра (базальные ганглии)

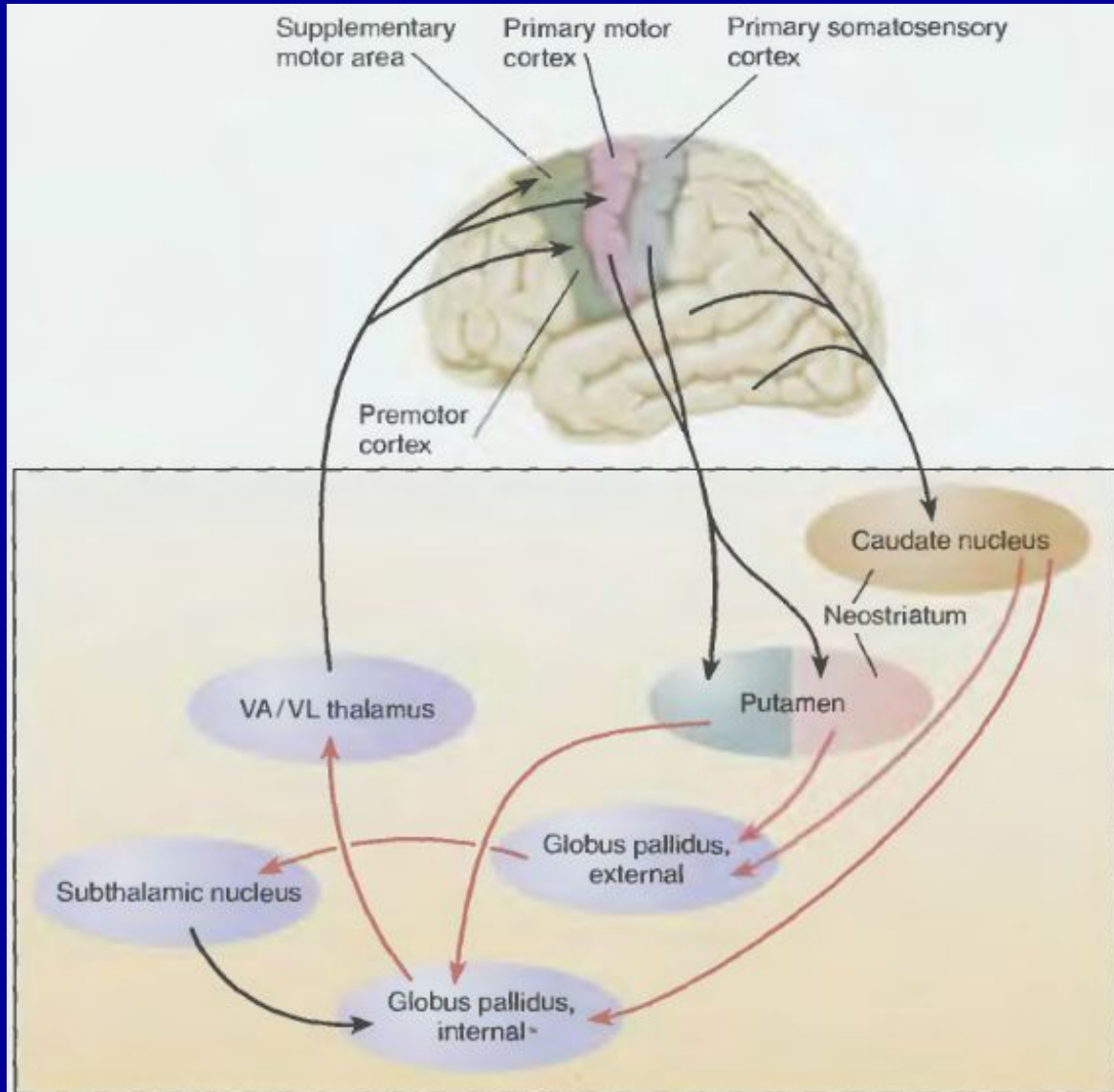


(a) Lateral view of right side of brain

Базальные ядра интегрируют мотивации, ЭМОЦИИ и ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ



Их связи позволяют контролировать запуск и остановку действий

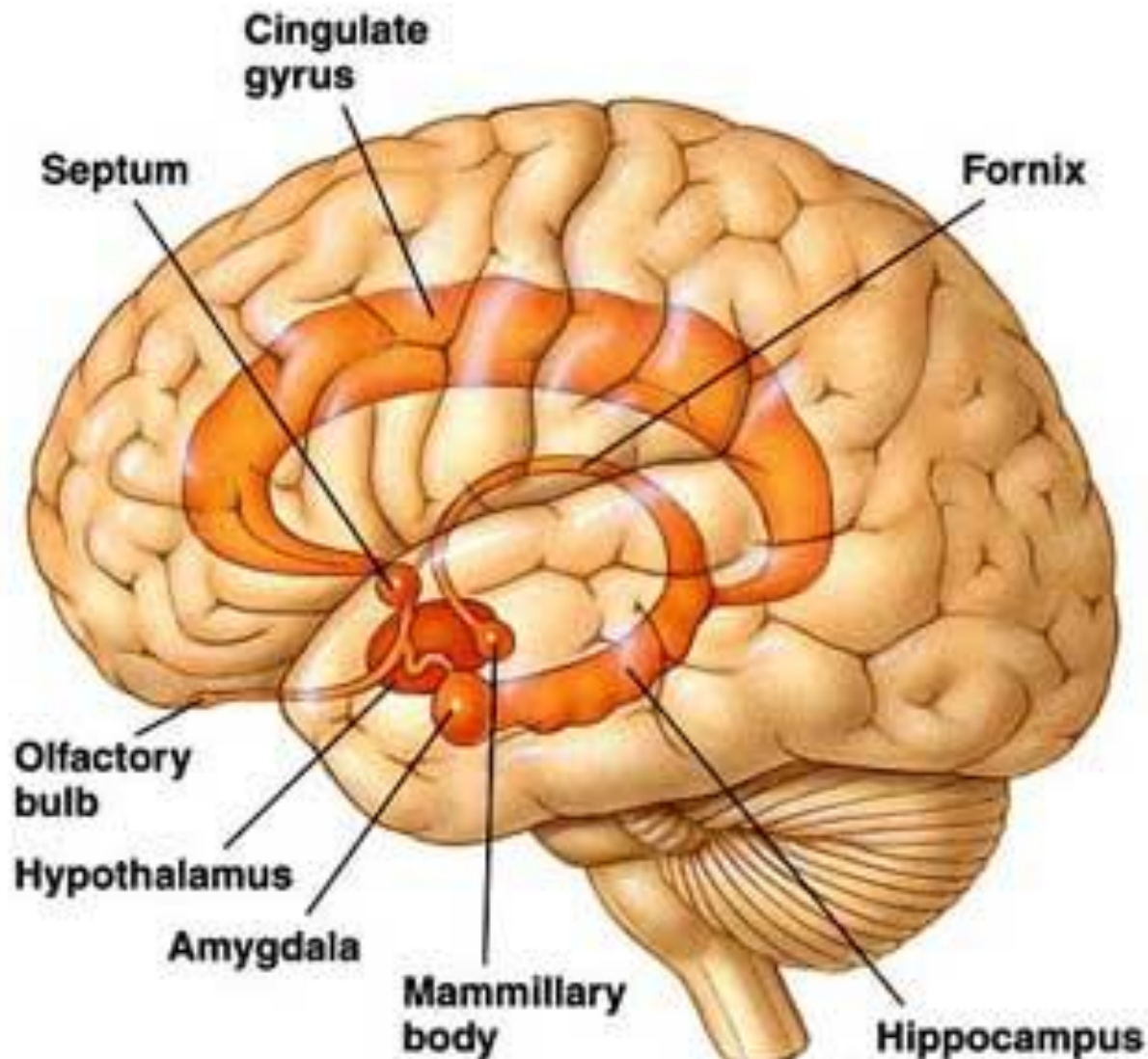


Хосе Дельгадо вызывает гипервозбуждение базальных ганглиев быка электрическим током и останавливает его

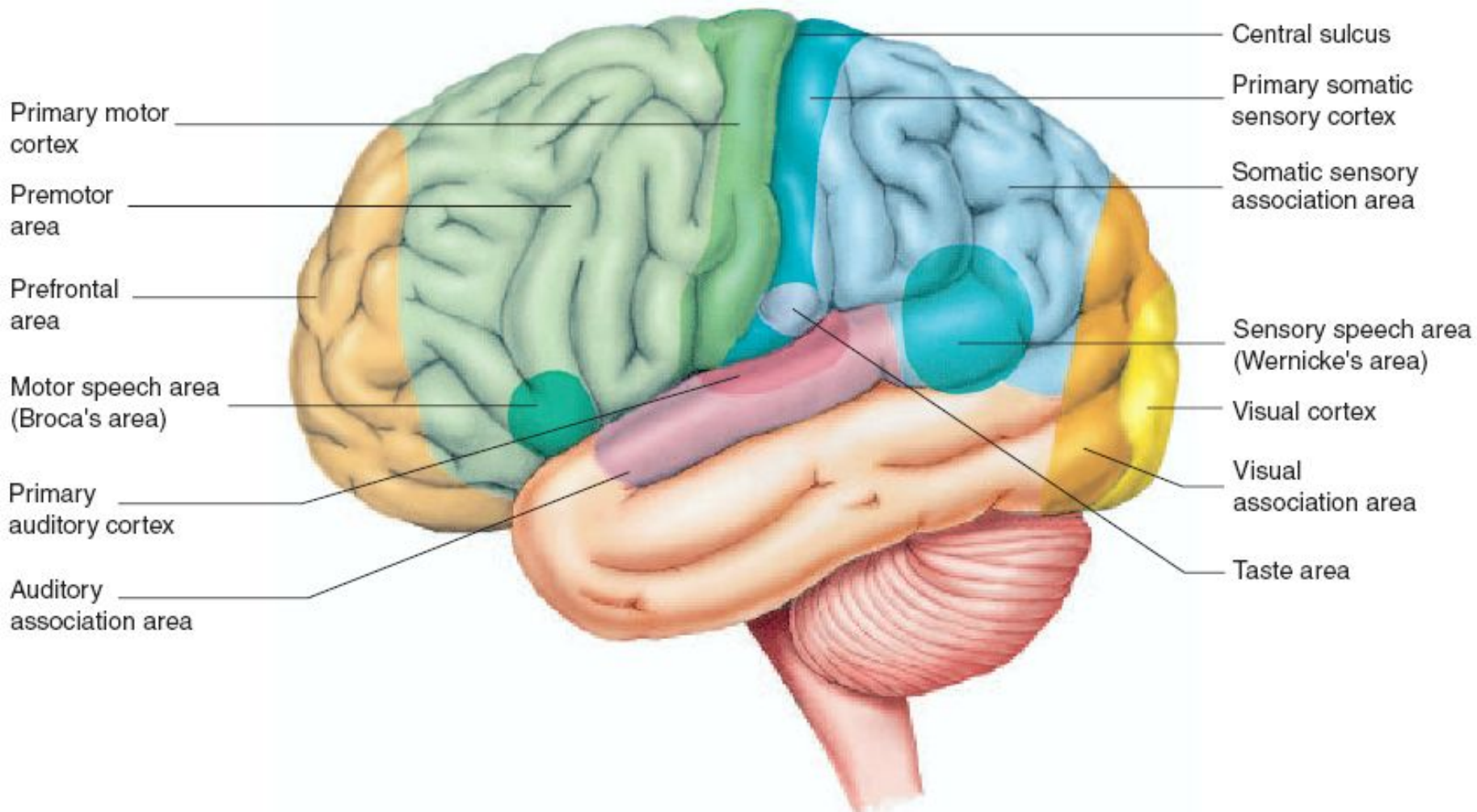


- За эмоции отвечает лимбическая система

► Location of Major Limbic System Structures



В коре мозга выделяют сенсорные, моторные и ассоциативные области



ГОМУНКУЛУС

Кора разбита на различные области, включая сенсорную и моторную кору.

Классическое изображение гомункулуса для каждой из этих областей показывает относительную площадь (или карту), которую мозг использует для обработки информации, поступающей от различных частей тела. Новейшие исследования показывают, что под влиянием опыта карты могут меняться.



моторная кора
соматосенсорная кора

левая
моторная
кора



левая
соматосенсорная
кора

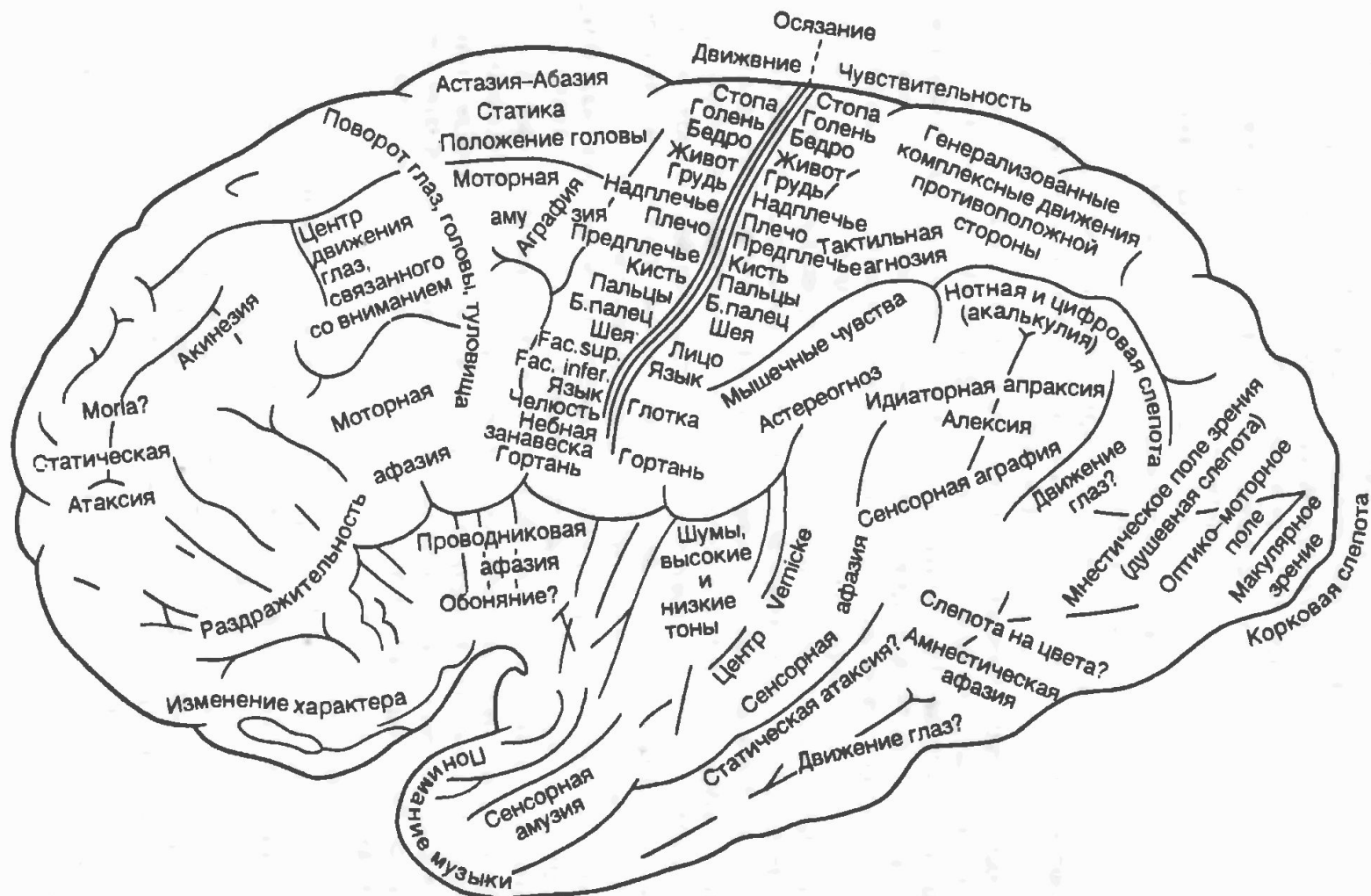
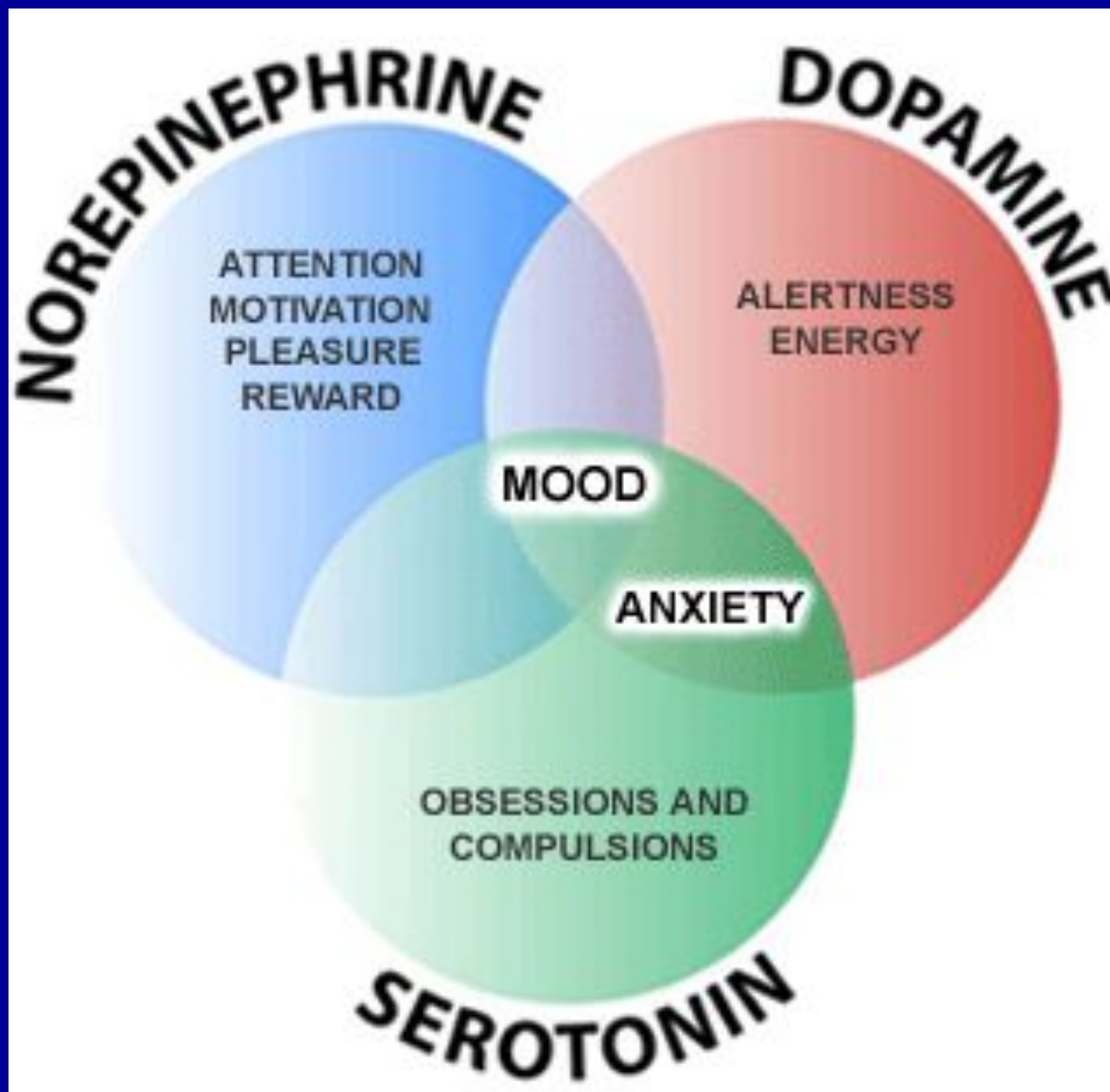


Рис. 4.14. Локализация функций в коре большого мозга человека (по Экономо и Коскинас).



Благодарю за внимание!