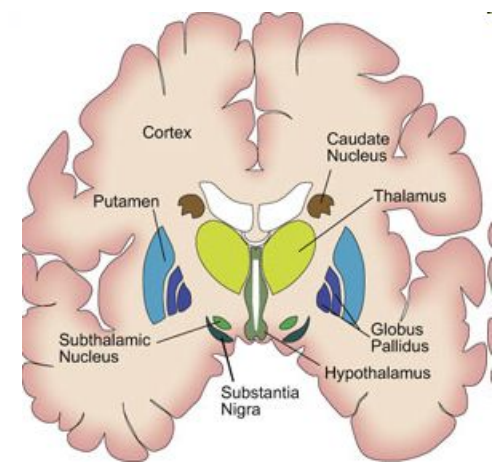
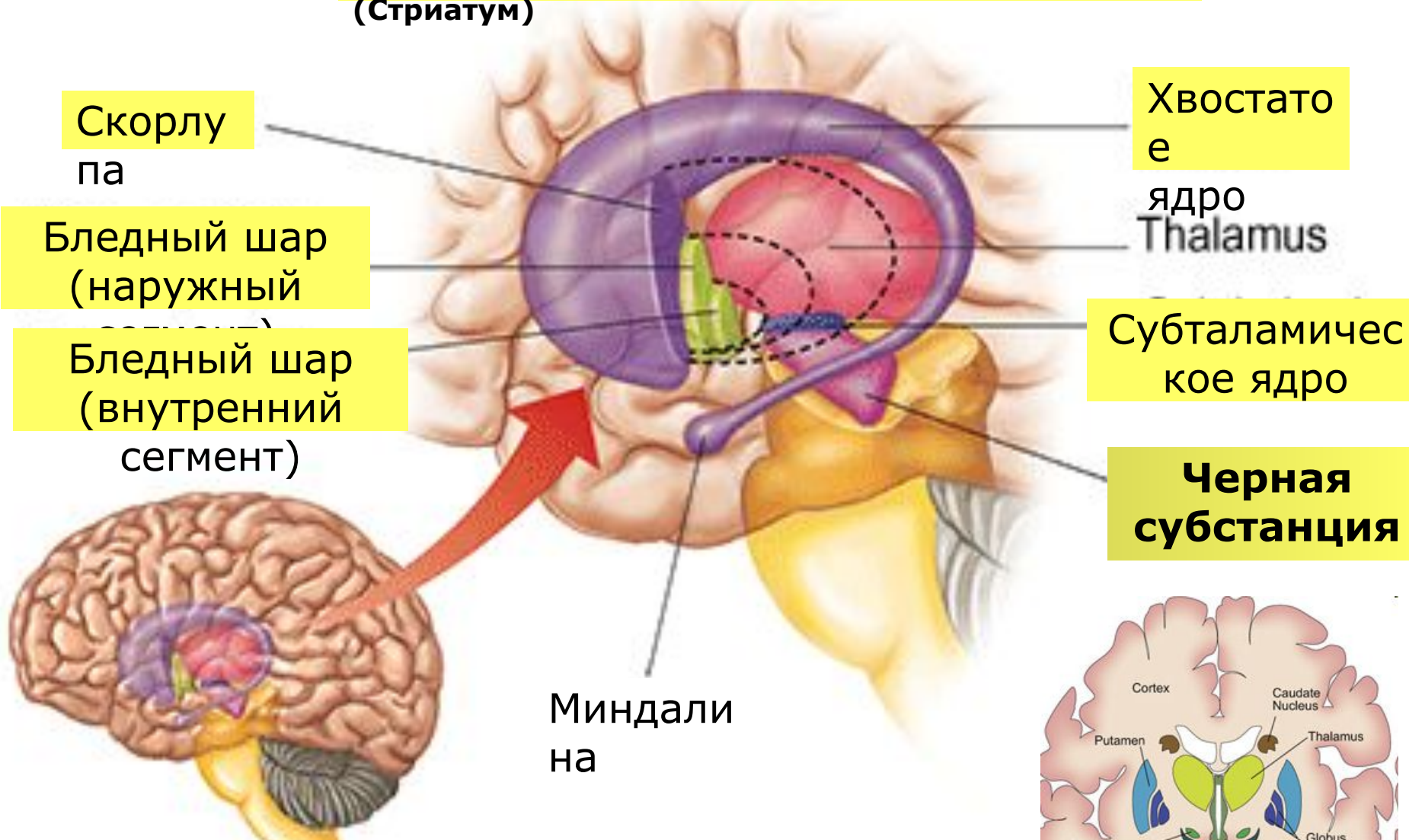
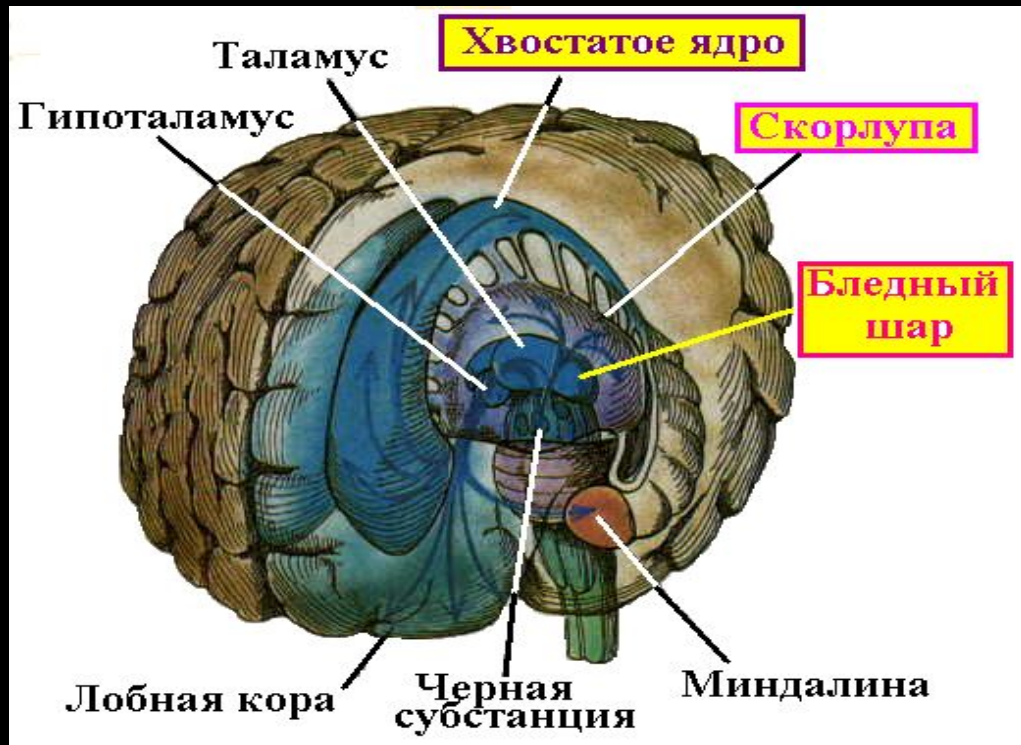


# БАЗАЛЬНЫЕ ЯДРА

Скорлупа + Хвостатое Ядро = **Полосатое тело (Стриатум)**

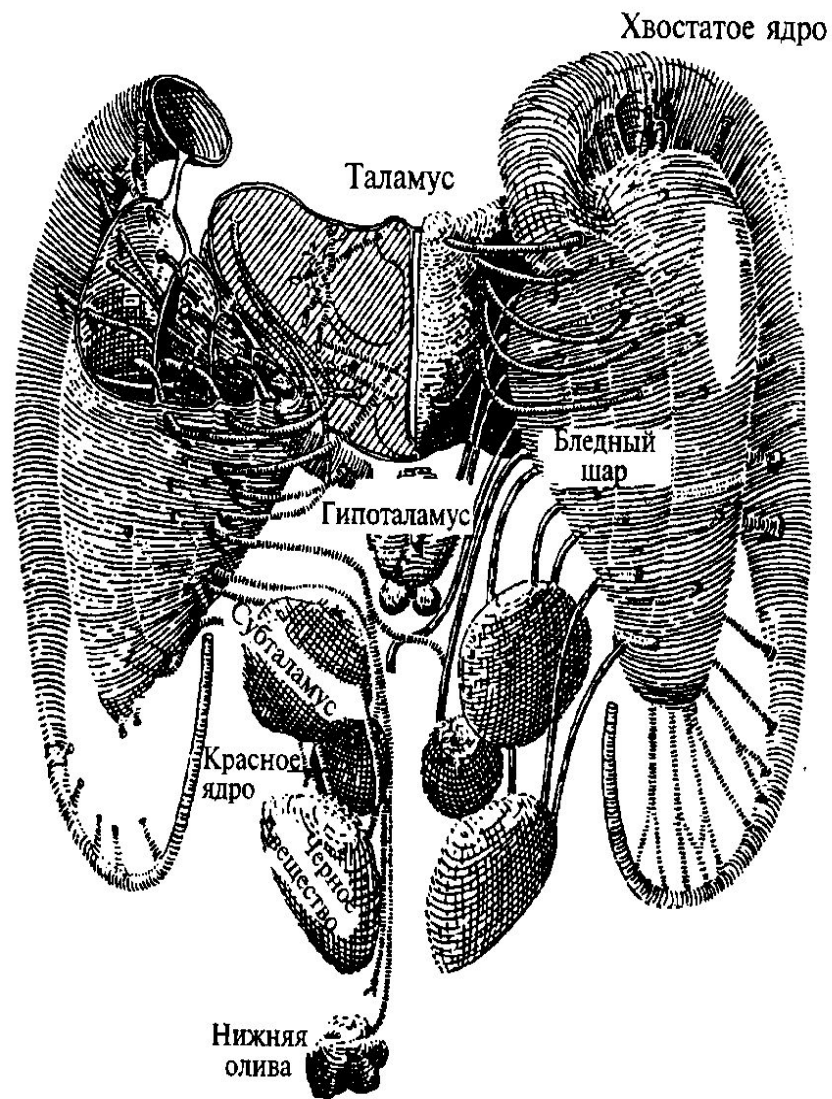


# Базальные ганглии



1. хвостатое ядро,
2. скорлупа,
3. субталамическое ядро,
4. бледный шар.

Хвостатое ядро + скорлупа - полосатое тело.



Стриарная система в мозге человека и ее эфферентные связи

## **Афференты к стриатуму:**

- от всех областей коры
- от таламуса
- от черной субстанции;

## **Эфференты от стриатума:**

- к черной субстанции
- к бледному шару
- через таламус в двигательную кору

# **ФУНКЦИИ БАЗАЛЬНЫХ ГАНГЛИЕВ**

- **1. Центры координации сочетанных двигательных актов**
- **2. Центры контроля координации тонуса мышц и произвольных движений**
- **3. Центры сложных безусловных рефлексов и инстинктов**
- **4. Центры торможения агрессивных реакций**
- **5. Участие в механизмах сна**

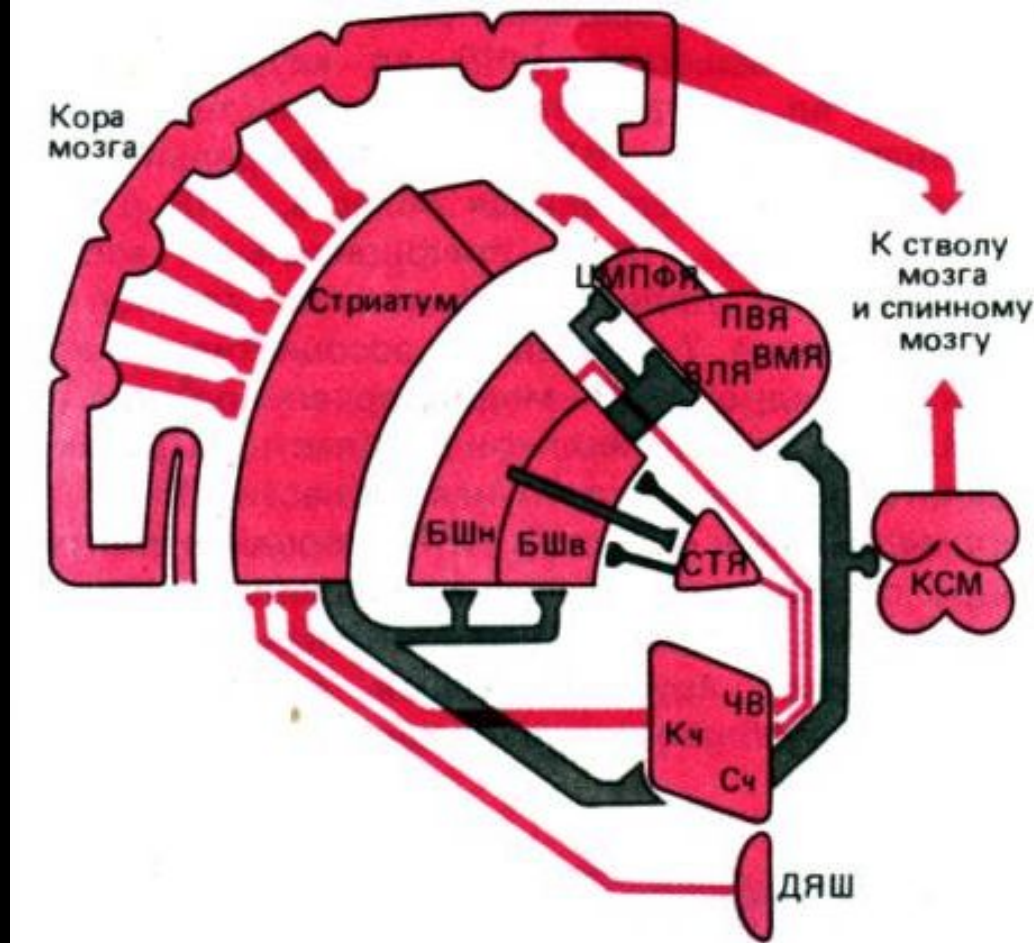
**А****ВИД СБОКУ****Б****ФРОНТАЛЬНЫЙ СРЕЗ**



**Рис. 4.32.** Схема циркуляции возбуждения между системой базальных ганглиев и корой больших полушарий.

Базальные ганглии включают хвостатое ядро и скорлупу, вместе образующие полосатое тело, бледный шар и субталамическое ядро; с базальными ганглиями взаимодействует черная субстанция среднего мозга. Базальные ганглии взаимодействуют с корой при планировании и инициации произвольных движений, при этом образуются две цепи нейронных переключений: 1) кора—полосатое тело—бледный шар—таламус—кора; 2) кора—полосатое тело—бледный шар—таламус—полосатое тело.





### Главные связи базальных ганглиев.

Возбуждающие влияния показаны красным, тормозные—черным. БШ — бледный шар (БШн—наружный сегмент, БШв—внутренний сегмент); ЧВ черное вещество (Кч компактная часть, Сч сетчатая часть); СТЯ субталамическое ядро; КСМ крыша среднего мозга; ПВЯ переднее вентральное ядро таламуса; ВЛЯ—вентролатеральное ядро таламуса; ВМЯ вентромедиальное ядро таламуса; ЦМПФЯ центральное медиальное и парафасцикулярное ядра таламуса; ДЯШ дорсальное ядро шва.

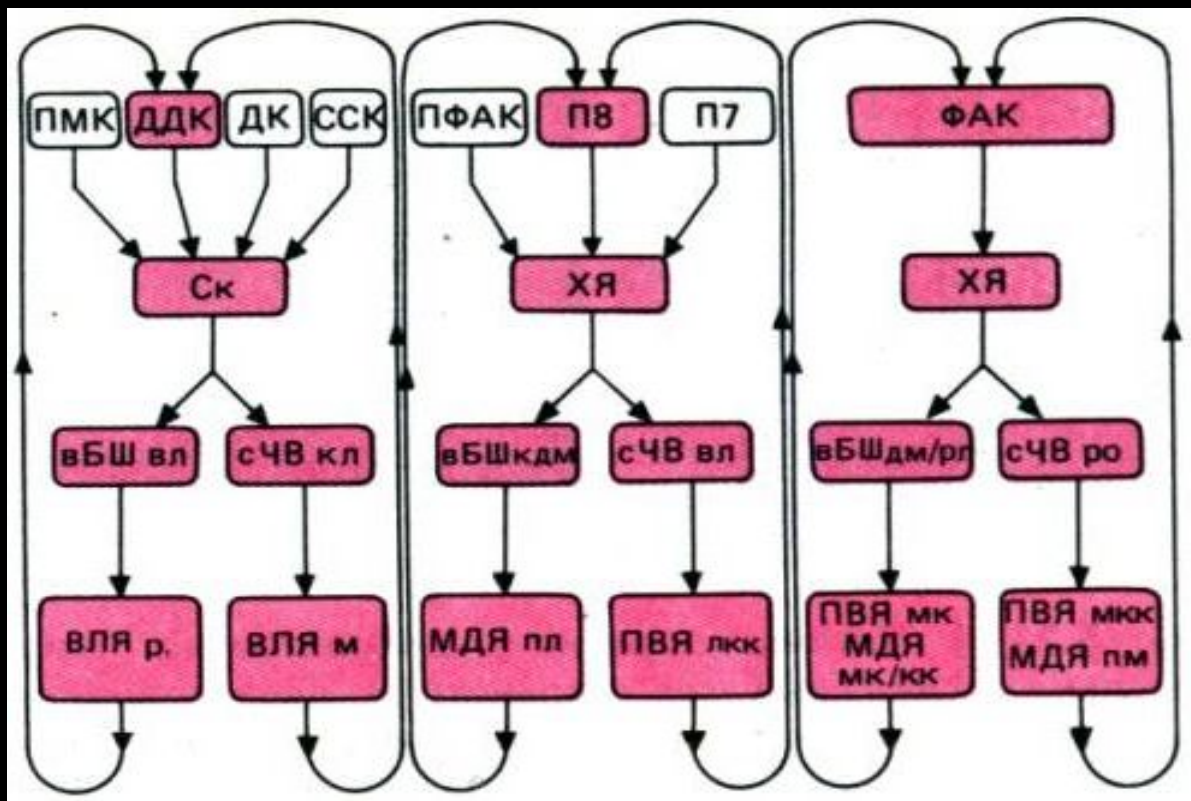


- **Концепция множественных  
раздельных, параллельно  
действующих функциональных  
петель.**

# движения лица и рта направление взгляда контроль

## мотиваций

(скелетомоторная петля) (глазодвигательная) (сложные петли)

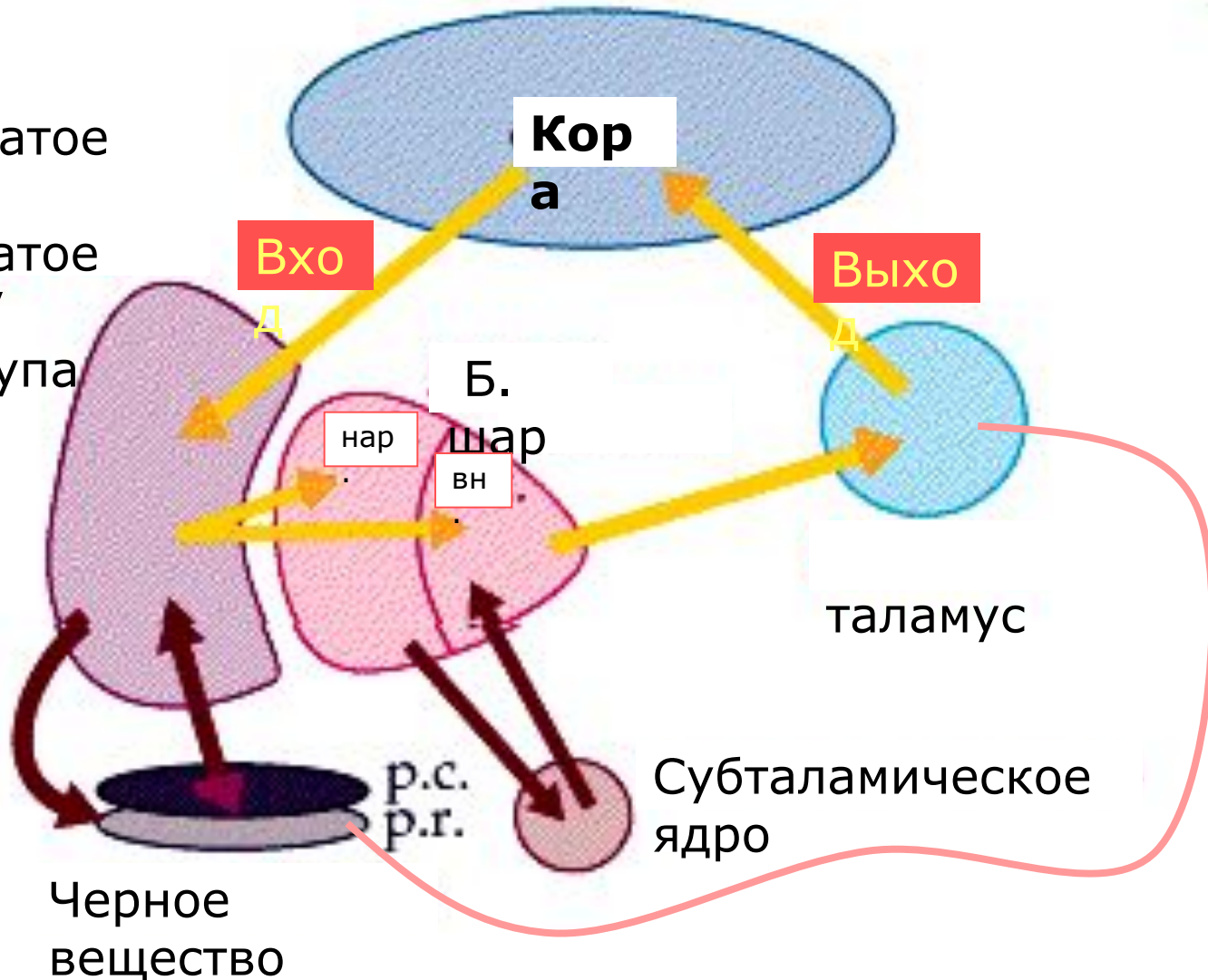


## Функциональные петли, проходящие через базальные ганглии

ПМК–премоторная кора; ДД К–дополнительная двигательная область коры; ДК двигательная кора; ССК–соматосенсорная кора; Ск скорлупа; вБШ внутренний сегмент бледного шара (вБШ вл–вентролатеральная область, вБШ кдм–каудальная дорсомедиальная область, вБШ дм/рл–дорсомедиальная/ростролатеральная области); сЧВ сетчатая часть черного вещества (сЧВ кл–каудолатеральная область, сЧВ вл–вентролатеральная область, сЧВ р–ростролатеральная область); ВЛЯ вентролатеральное ядро таламуса (ВЛЯ м–медиальная область, ВЛЯ р–представительство рта); ПФАК–префронтальная ассоциативная кора; П8–поле 8 (фронтальное глазное поле коры); П7–поле 7 (теменная ассоциативная кора); ХЯ хвостатое ядро; МДЯ –медиодорсальное ядро таламуса (МДЯ пл–параламеллярная область, МДЯ мк/кк–мелкоклеточная/крупноклеточная области, МДЯ пм–постеромедиальная область); ПВЯ переднее вентральное ядро таламуса (ПВЯ лкк–латеральная крупноклеточная область, ПВЯ мк–мелкоклеточная область, ПВЯ мкк–медиальная крупноклеточная область); ФАК фронтальная (лобная) ассоциативная кора.

# Концепция функциональных петель

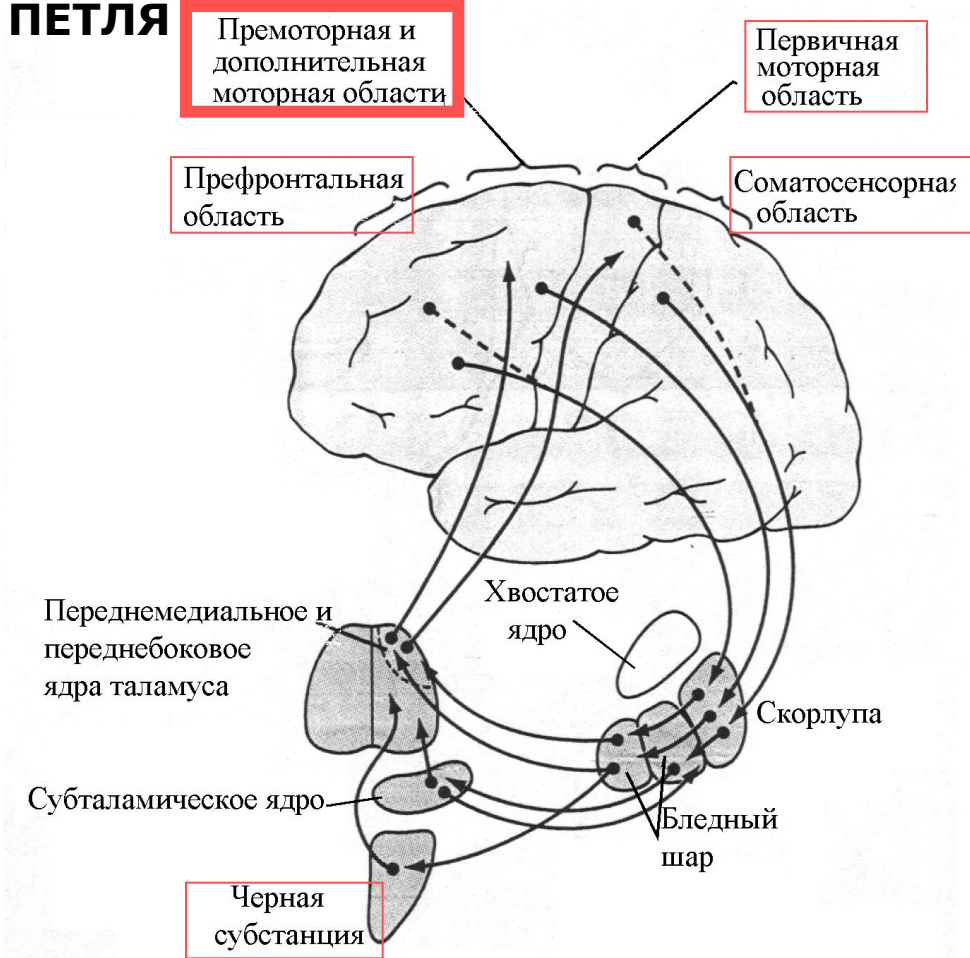
Полосатое тело:  
Хвостатое ядро / скорлупа



**Топографическая организация:** активация нейронов четко определенной зоны точно соответствует специфическим выполняемым программам (движения конкретной конечности и т. п.)

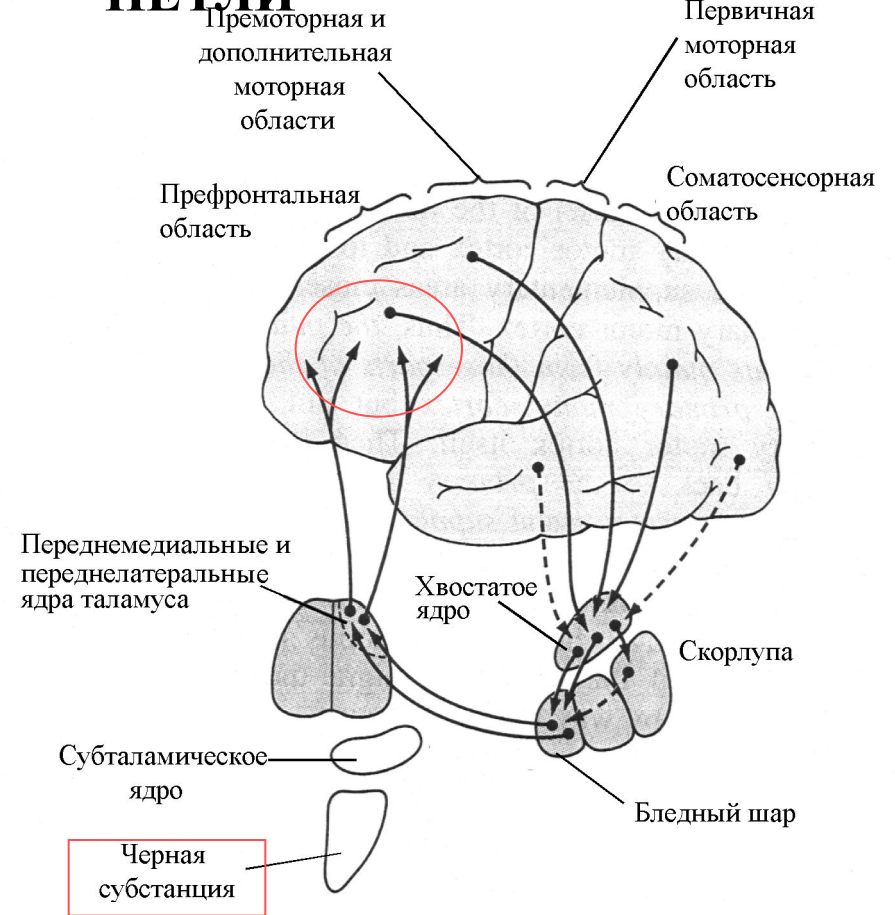
**Микромодули** (модуль верхней конечности и т.п.)

# СКЕЛЕТОМОТОРНАЯ ПЕТЛЯ



- Регуляция параметров движения ранее приобретенных навыков, в том числе моторики лица и рта
- **Выбор** из нескольких возможных программ движений одной

# СЛОЖНЫЕ ПЕТЛИ



- Формирование побуждения, контроль мотиваций
- **выбор** стратегий поведения, когнитивной деятельности с учетом мотивации

## Глазодвигательная петля

- регуляция параметров и выбор программ движения глаз (саккад), направление взора

Базальные я. →

Замысел

Фаза выполнения

# Parallel Corticostriatal Loops

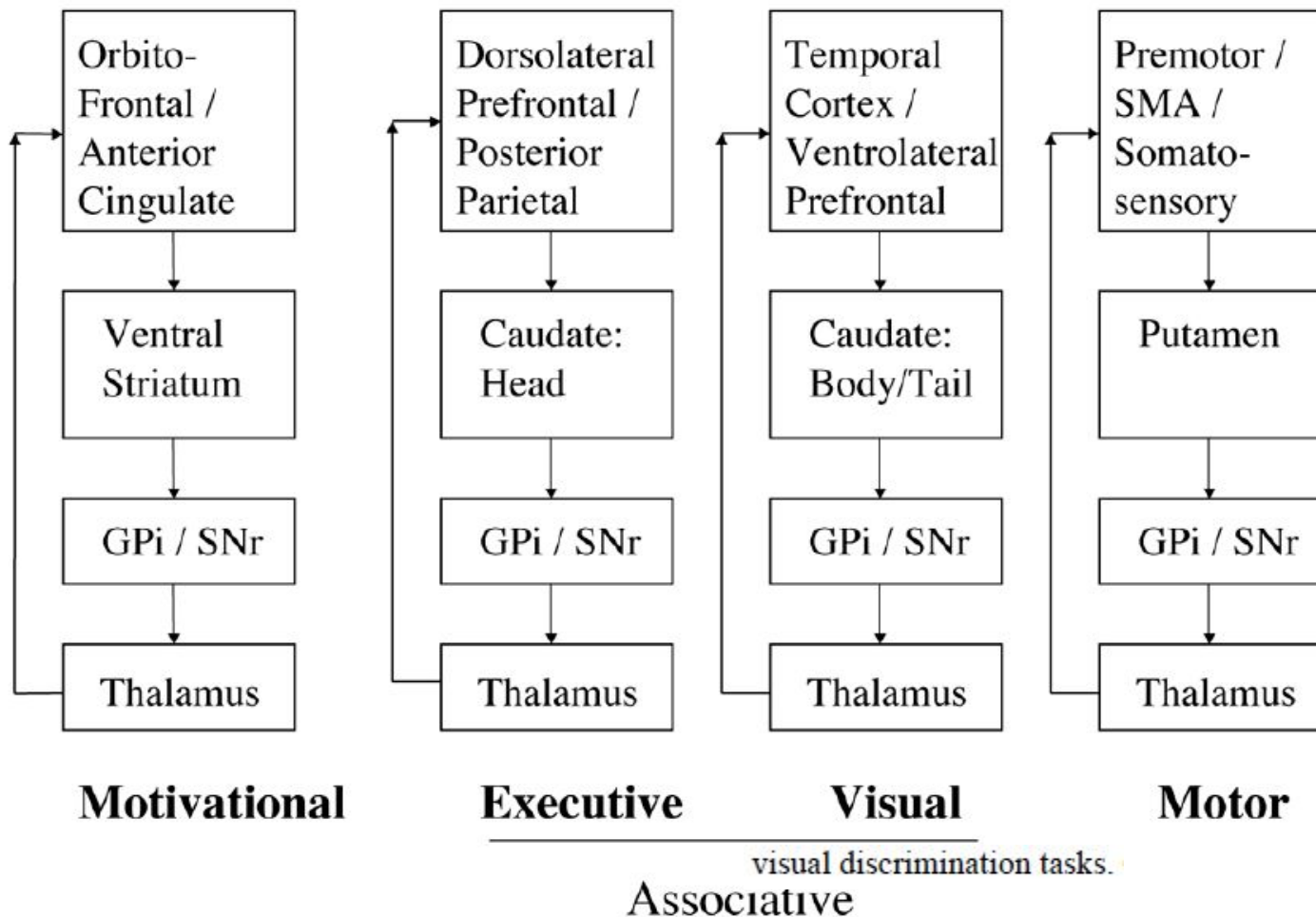


Figure 2.

Four primary corticostriatal loops. GPi: Globus pallidus, internal portion. SNr: Substantia nigra pars reticulata.



# Кортико-стриатные петли как «активный фильтр»

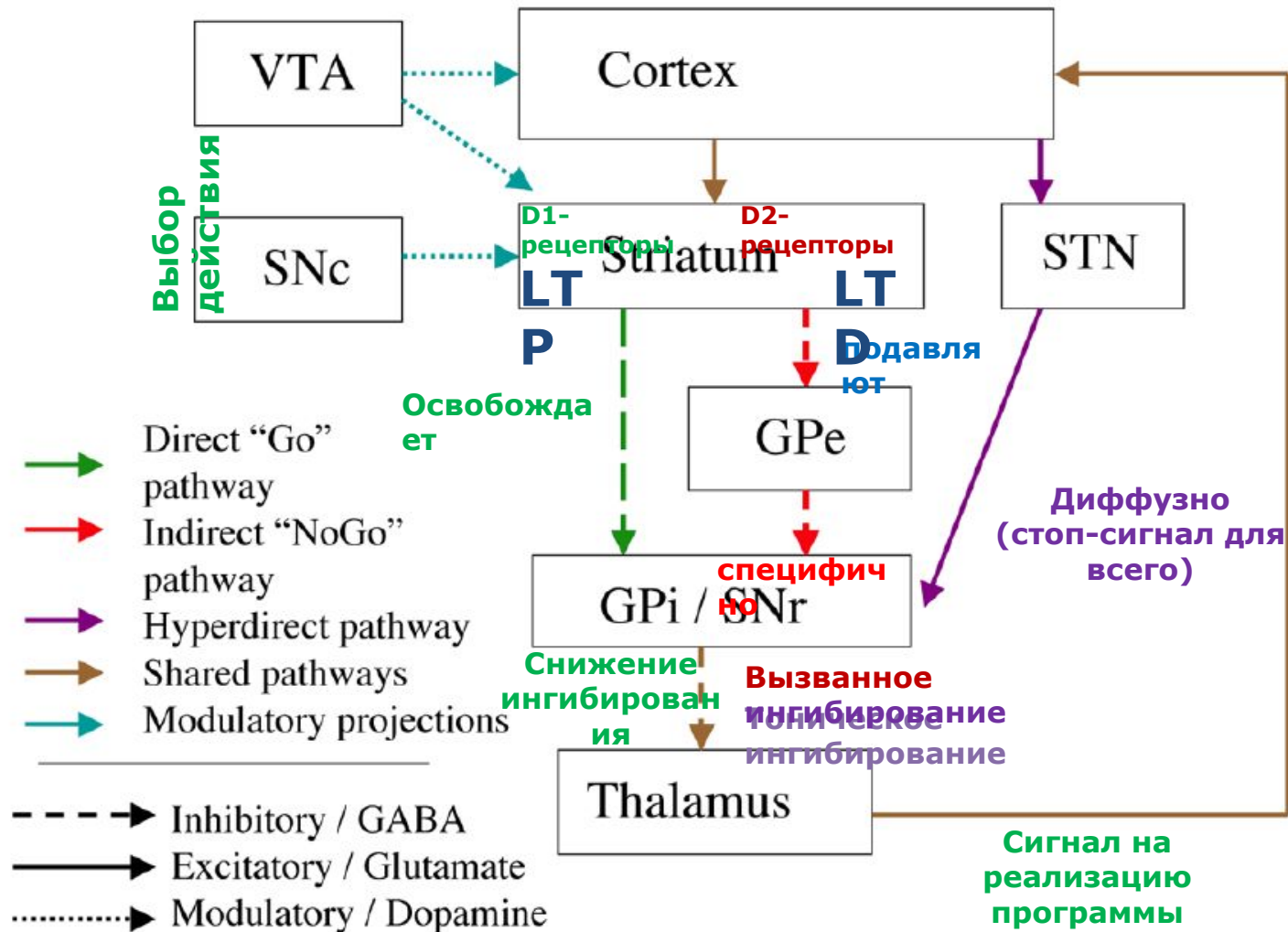


Figure 1.  
Main pathways through the basal ganglia. GPe: Globus pallidus, external portion. GPi: Globus pallidus, internal portion. SNr: Substantia nigra pars reticulata. SNc: Substantia nigra pars compacta. STN: Subthalamic nucleus. VTA: Ventral tegmental area.

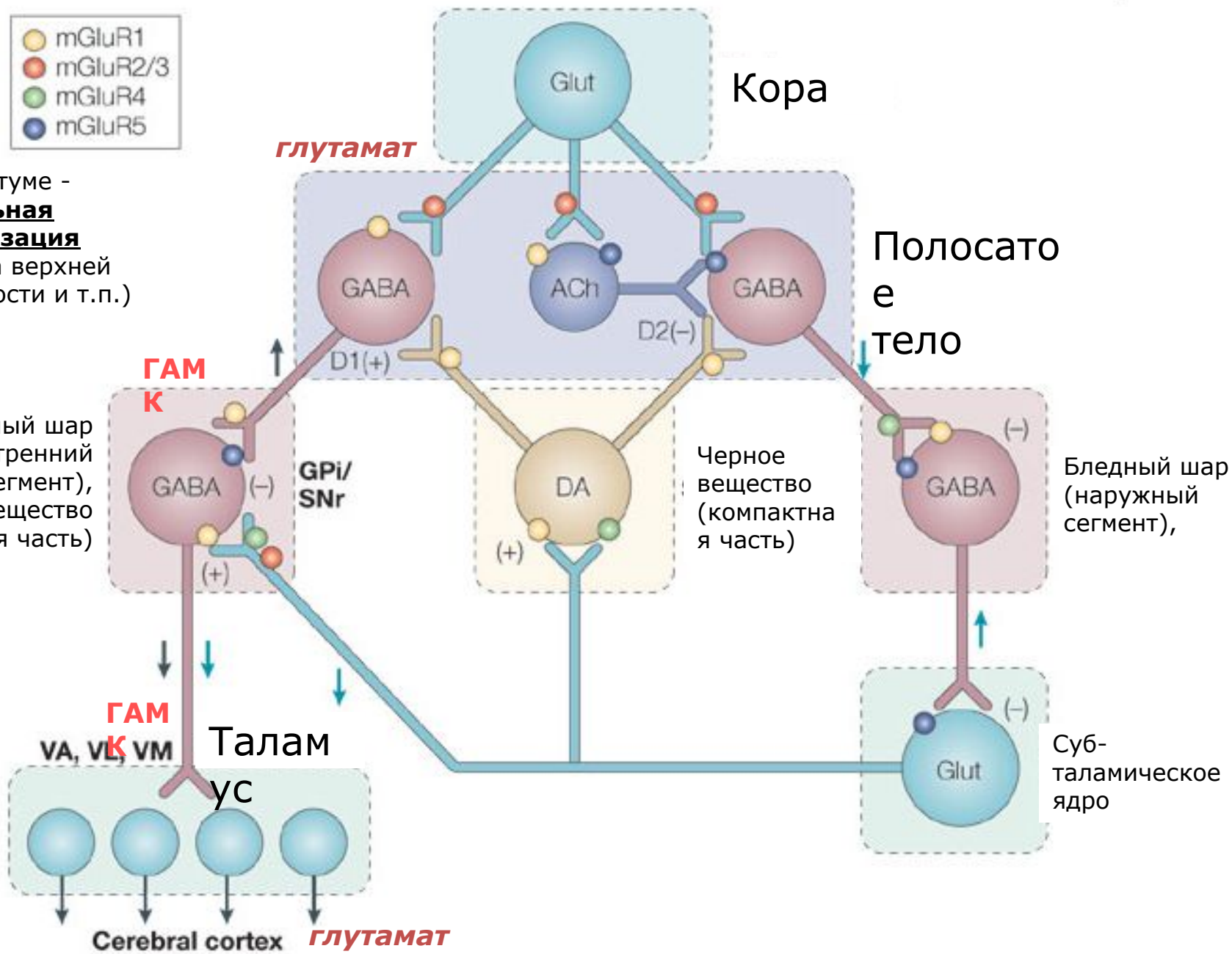
При паркинсонизме увеличено тоническое ингибирование – сложно начать желаемое движение

При хорее Гантингтона – ингибирование снижено – появляются не желаемые

- mGluR1
- mGluR2/3
- mGluR4
- mGluR5

в стриатуме -  
**модульная**  
**организация**  
 (колонна верхней  
 конечности и т.п.)

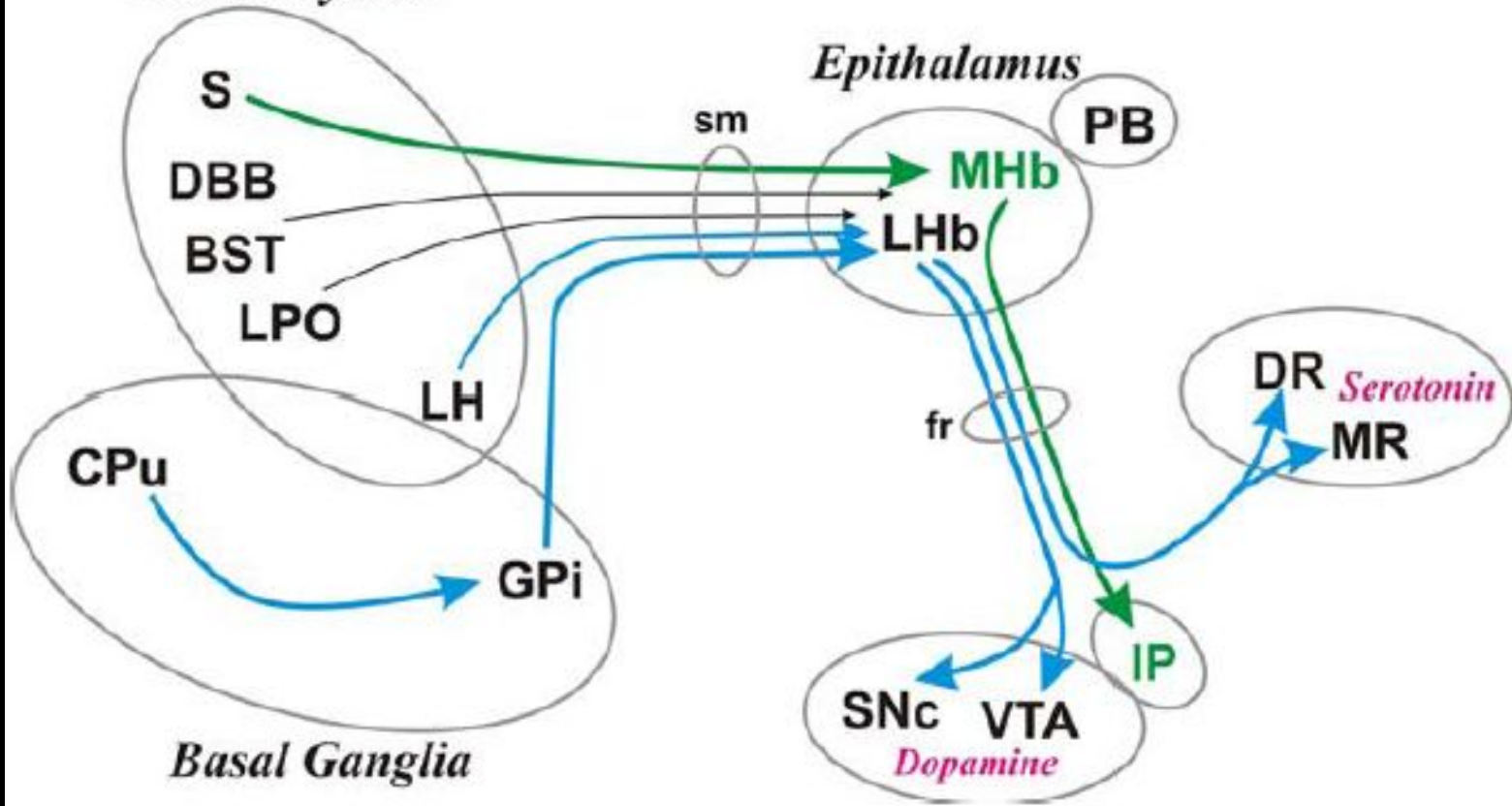
**ГАМК**  
**К**  
 Бледный шар  
 (внутренний  
 сегмент),  
 Черное вещество  
 (сетчатая часть)



Cerebral cortex **глутамат**



*Limbic System*



*Epithalamus*

CPu

DBB

BST

LPO

LH

GPi

*Basal Ganglia*

sm

fr

SNc VTA

*Dopamine*

MHb

LHb

PB

IP

DR

*Serotonin*

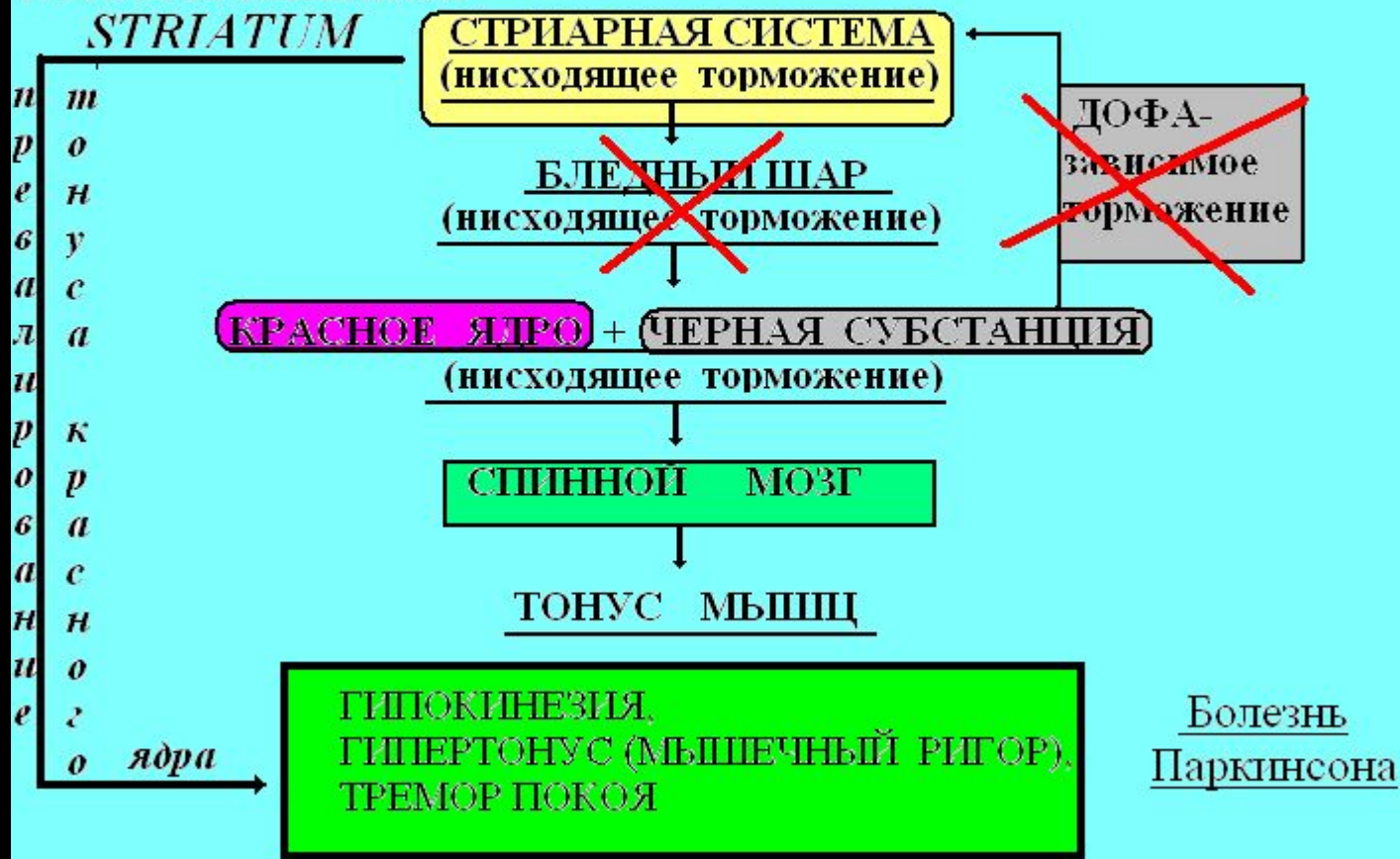
MR

# СТРИОПАЛЛИДАРНАЯ СИСТЕМА



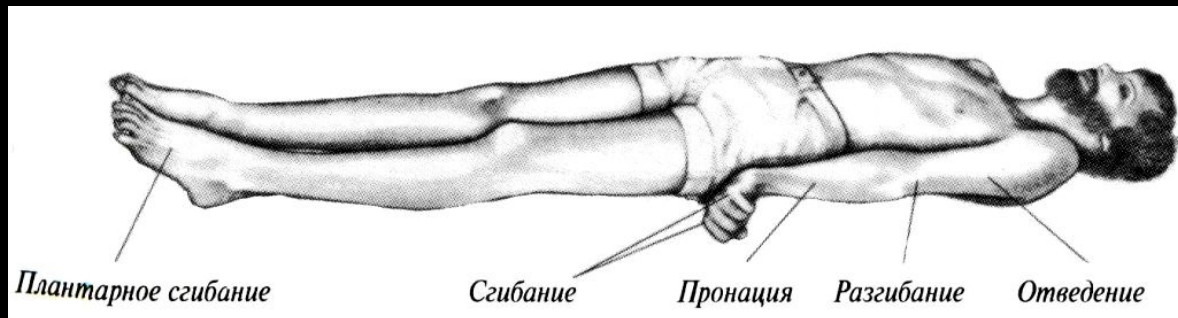
# ПАЛЛИДАРНЫЙ СИНДРОМ

РАСТОРМАЖИВАНИЕ  
*STRIATUM*



Красное ядро – стимуляция сгибателей,  
торможение разгибателей

В случае перерезки головного мозга ниже  
красного ядра возникает децеребрационная  
ригидность, которая проявляется в гипертонусе  
разгибателей.

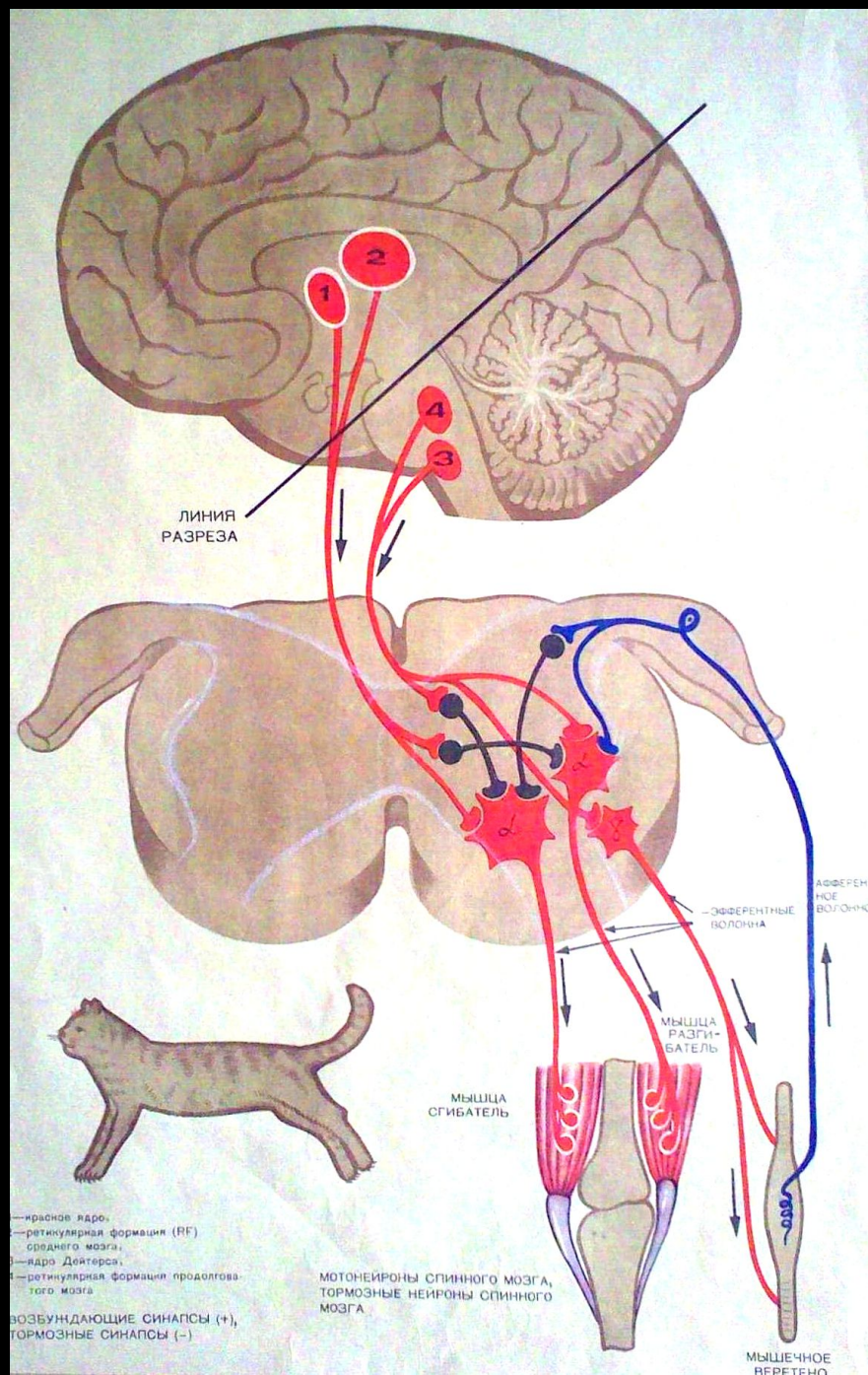




# Механизм:

ядро Дейтерса находится под тормозным влиянием красного ядра. После перерезки ниже красного ядра тормозное влияние прекращается, что приводит к гипертонусу разгибателей.

Тормозное влияние на ядро Дейтерса оказывает и мозжечок, поэтому удаление мозжечка ведет к усилению децеребрационной ригидности.





**Болезнь  
Паркинсона:**

# Паркинсонизм

Причина - ↓ меланина (предшественника дофамина) в черной субстанции.

Гипокинетические и гиперкинетические признаки:

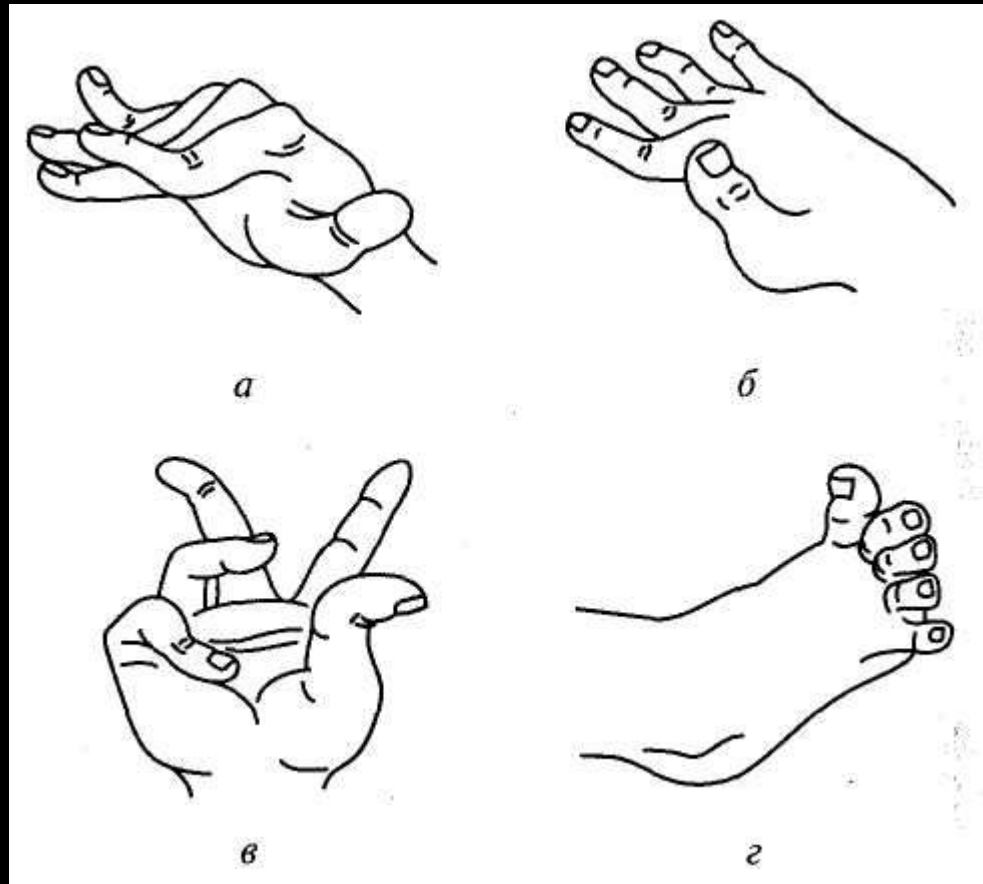
- тремор возникает в результате регулярных, чередующихся сокращений антагонистических мышц. Тремор имеется в покое и исчезает во время движения.
- движение по типу зубчатого колеса,
- акинезия – трудно начать и завершить движение,
- лицо маскообразное (эмоциональная тупость),
- модуляция речи ослаблена,
- передвижение мелкими шажками, согнувшись вперед.



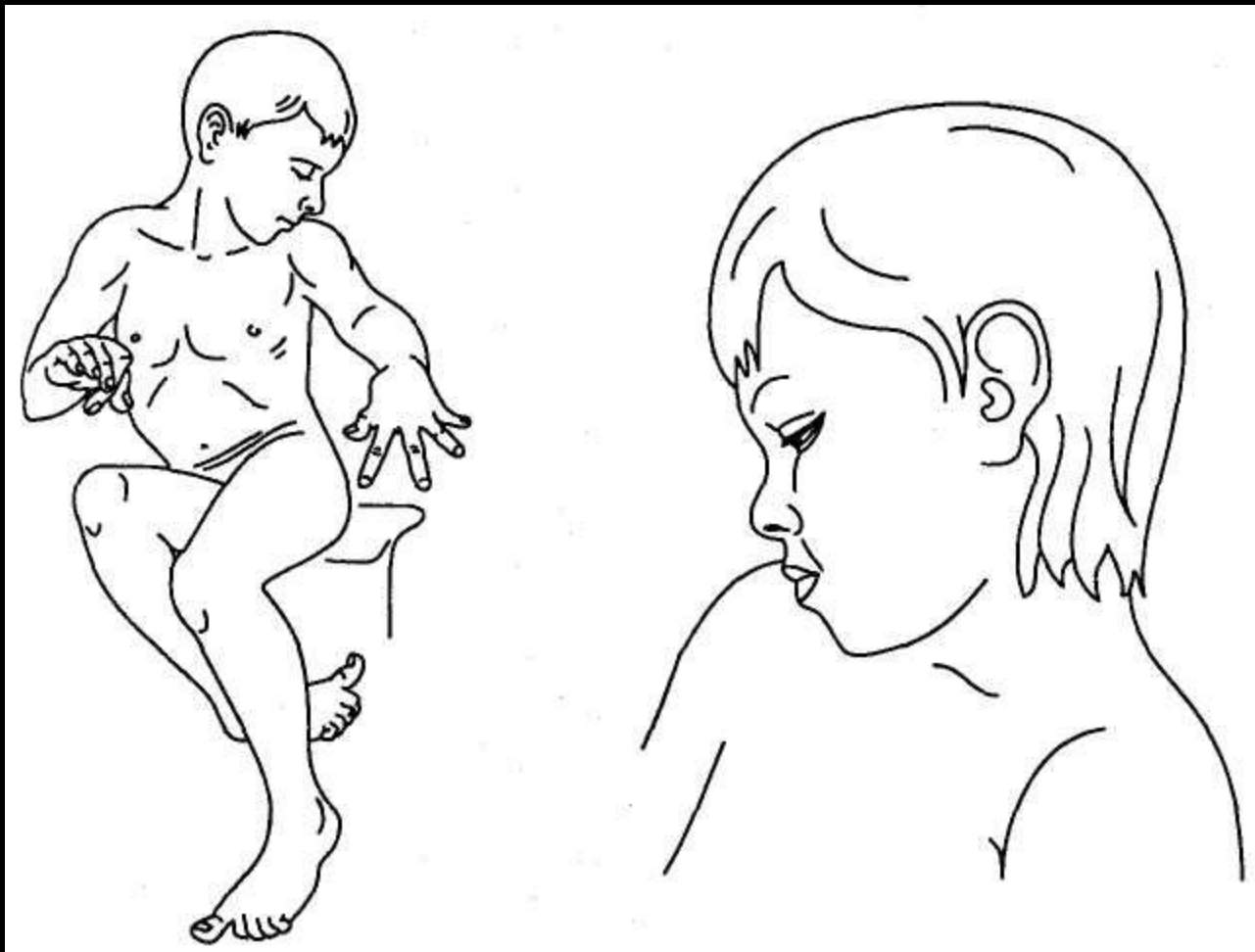
# СТРИАРНЫЙ СИНДРОМ



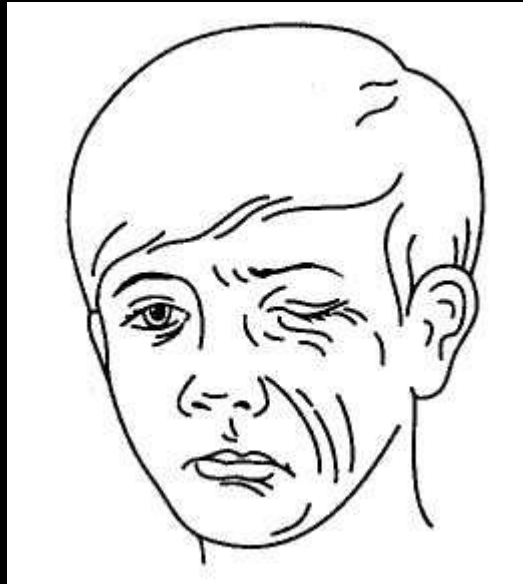
**Атетоз** - наблюдается в виде медленных, червеобразных, вычурных движений в кистях, пальца рук и стоп.



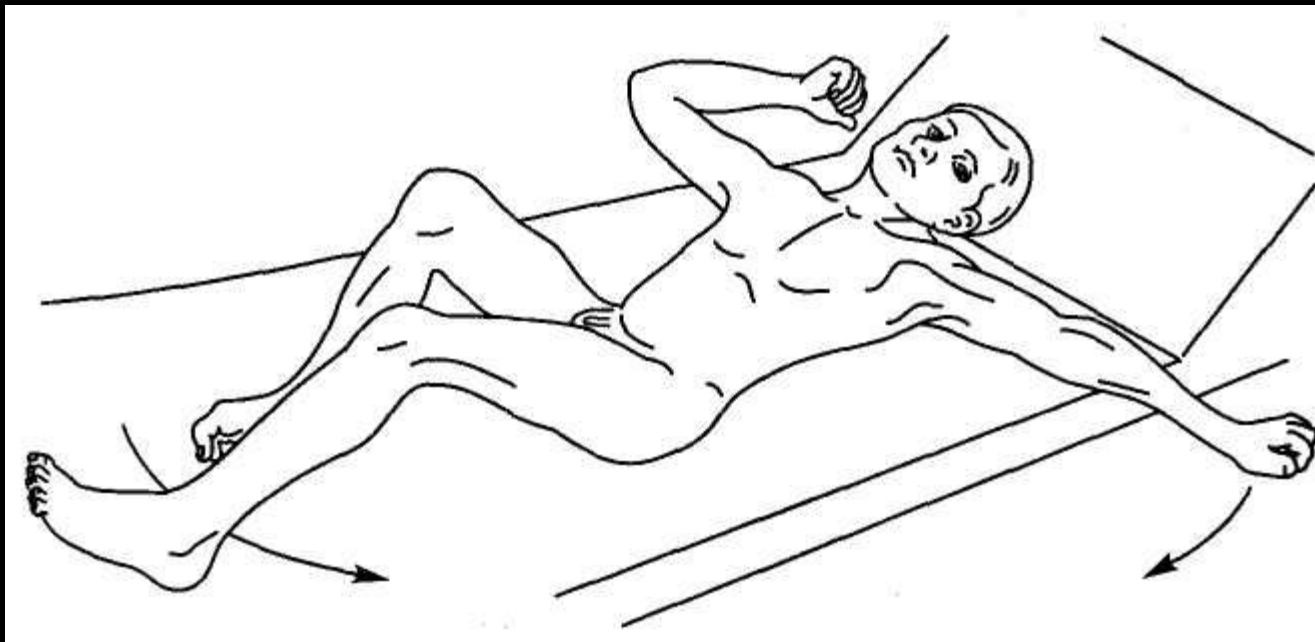
# Торсионный спазм



# Лицевой гемиспазм



**Гемибаллизм** — производимые с большой силой крупные, размашистые бросковые движения конечностей



# Патология базальных ядер

Базальные ядра совместно с корой больших полушарий контролируют два важных показателя — амплитуду движений и скорость изменений движения.

# Патология ядер

**Атетоз** – произвольные медленные стереотипные, вычурные движения небольшого объёма в дистальных отделах конечностей, нередко распространяющимися на проксимальные отделы конечностей и мышцы лица; возникает при поражении полосатого тела в области хвостатого ядра и скорлупы.

**Гемибаллизм** — гиперкинез, характеризующийся размахистыми бросковыми и вращательными движениями в конечностях на стороне тела, противоположной поражению субталамического ядра и/или его связей с бледным шаром.

**Акинезия** — трудности в начале движений и уменьшение спонтанных движений.

**Брадикинезия** — замедление движений.



**Хорея Хантингтона (Гентингтона)** – характеризуется нарастающим гиперкинезом (быстрые беспорядочные нерегулярные движения) пока пациент не упадёт. Речь невнятная и маловыразительная, прогрессирует деменция (слабоумие).

При болезни Хантингтона происходит потеря ГАМКергических и холинергических нейронов полосатого тела, усиливается дофаминергическое влияние черной субстанции.

# ЭФФЕКТЫ ПОРАЖЕНИЯ СТРИОПАЛЛИДАРНОЙ СИСТЕМЫ

- Поражения хвостатого ядра:
  - гиперкинезы- атетозы и хорейя
  - (пляска святого Витта)
- Поражения паллидум:
  - обеднение двигательной активности при повышенном пластическом тоне и треморе
  - (болезнь Паркинсона)

# Особенности двигательных программ мозжечка и базальных ганглиев

## Мозжечок

- Двигательные программы приобретённые
- Регуляция быстрых движений
- Поражение мозжечка вызывает:

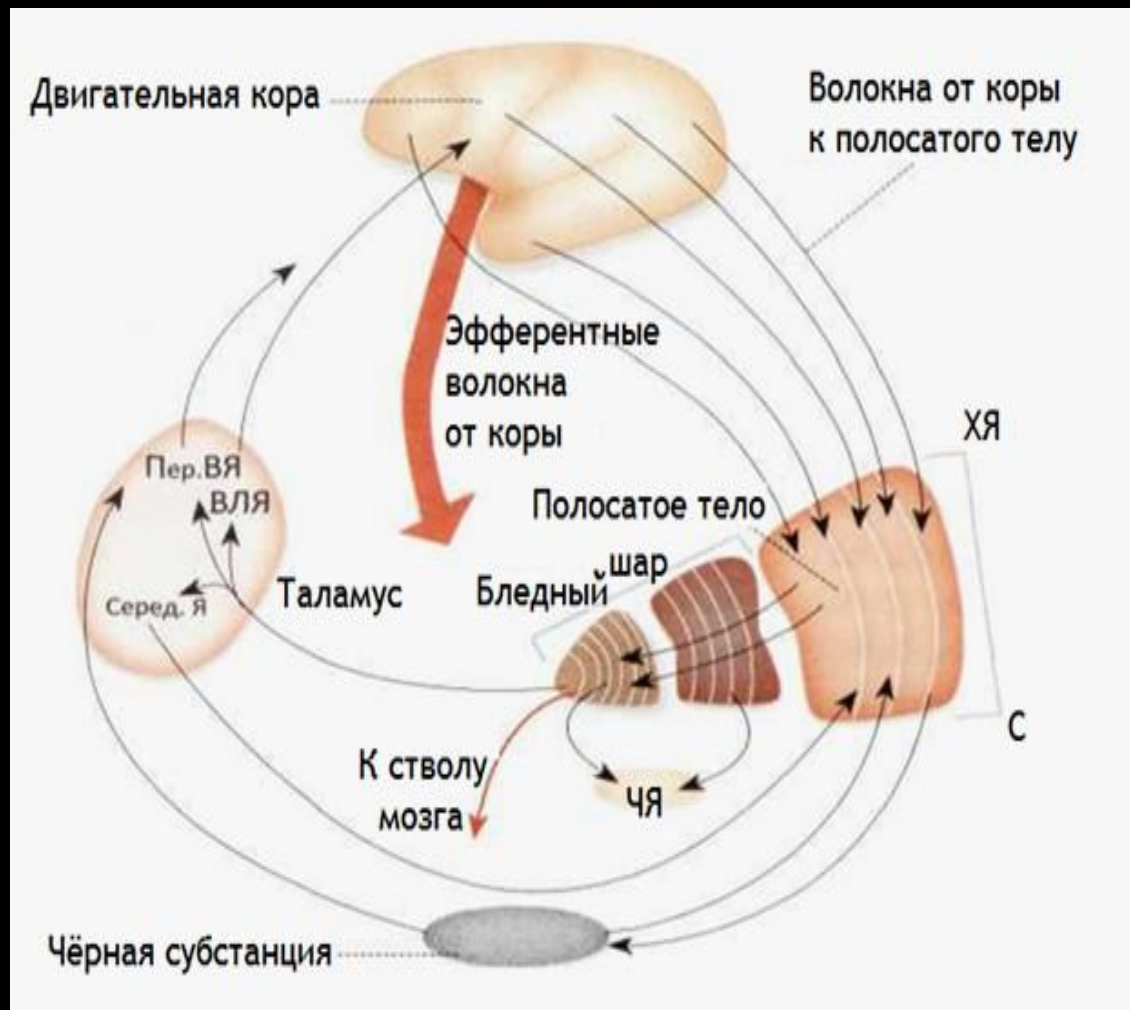
тремор действия  
атонию мышц

## Базальные ганглии

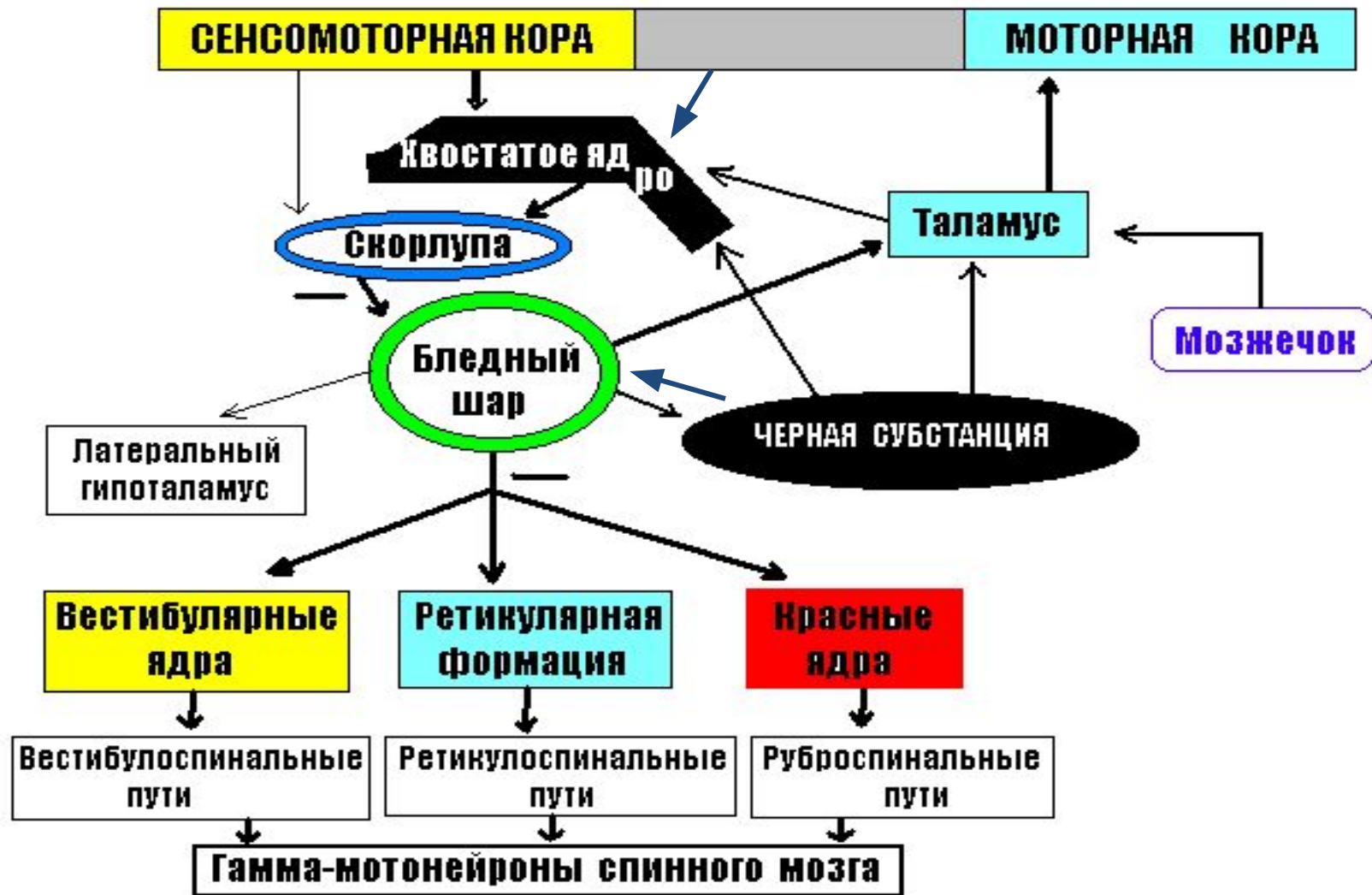
- Двигательные программы генетически закреплены
- Регуляция медленных движений
- Поражение базальных ганглиев:

тремор покоя  
гипертонус

# Топографические отношения между корой и стриатумом. Микромодульная организация базальных ганглиев.



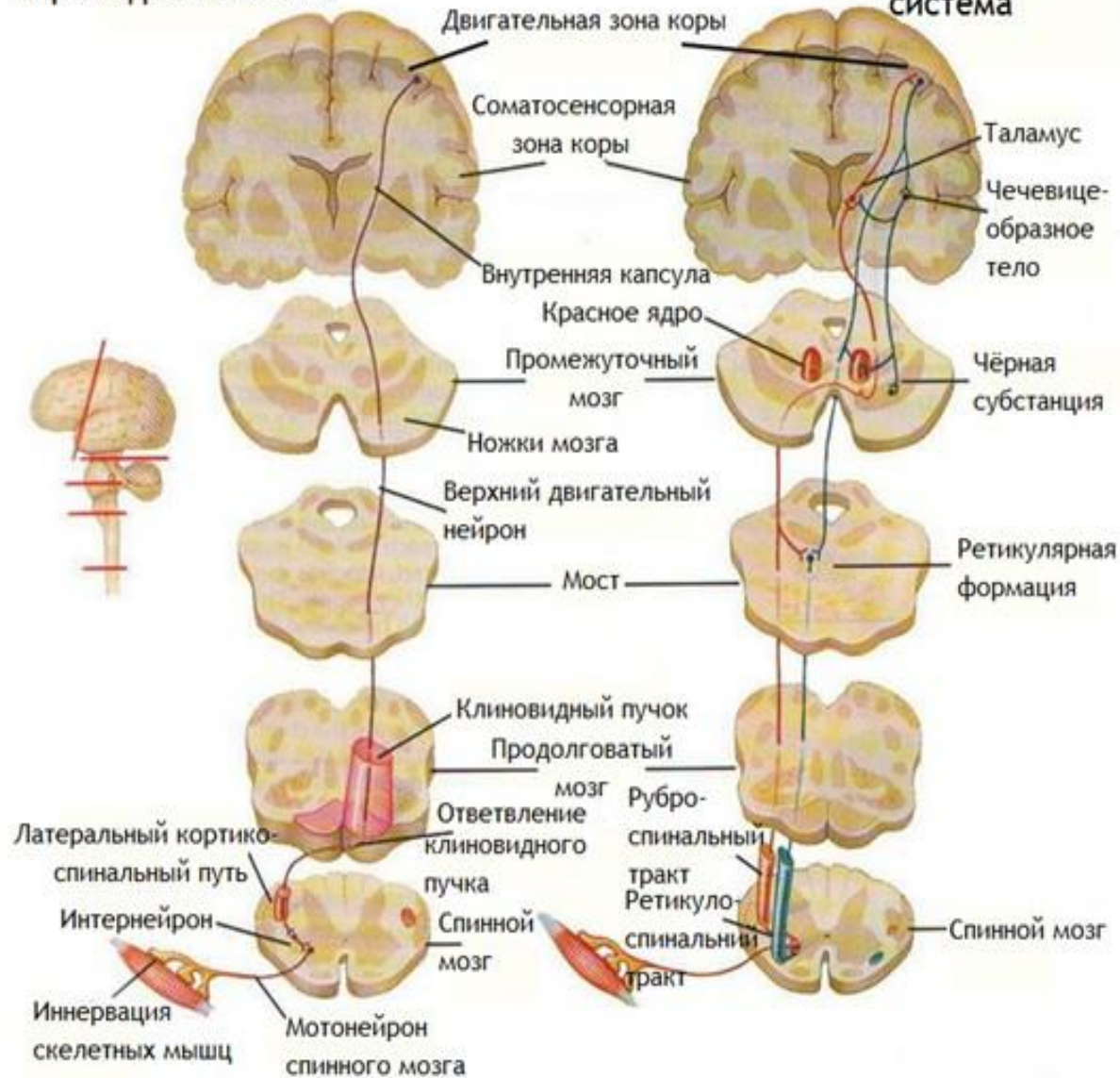
# ЭКСТРАПИРАМИДНАЯ СИСТЕМА



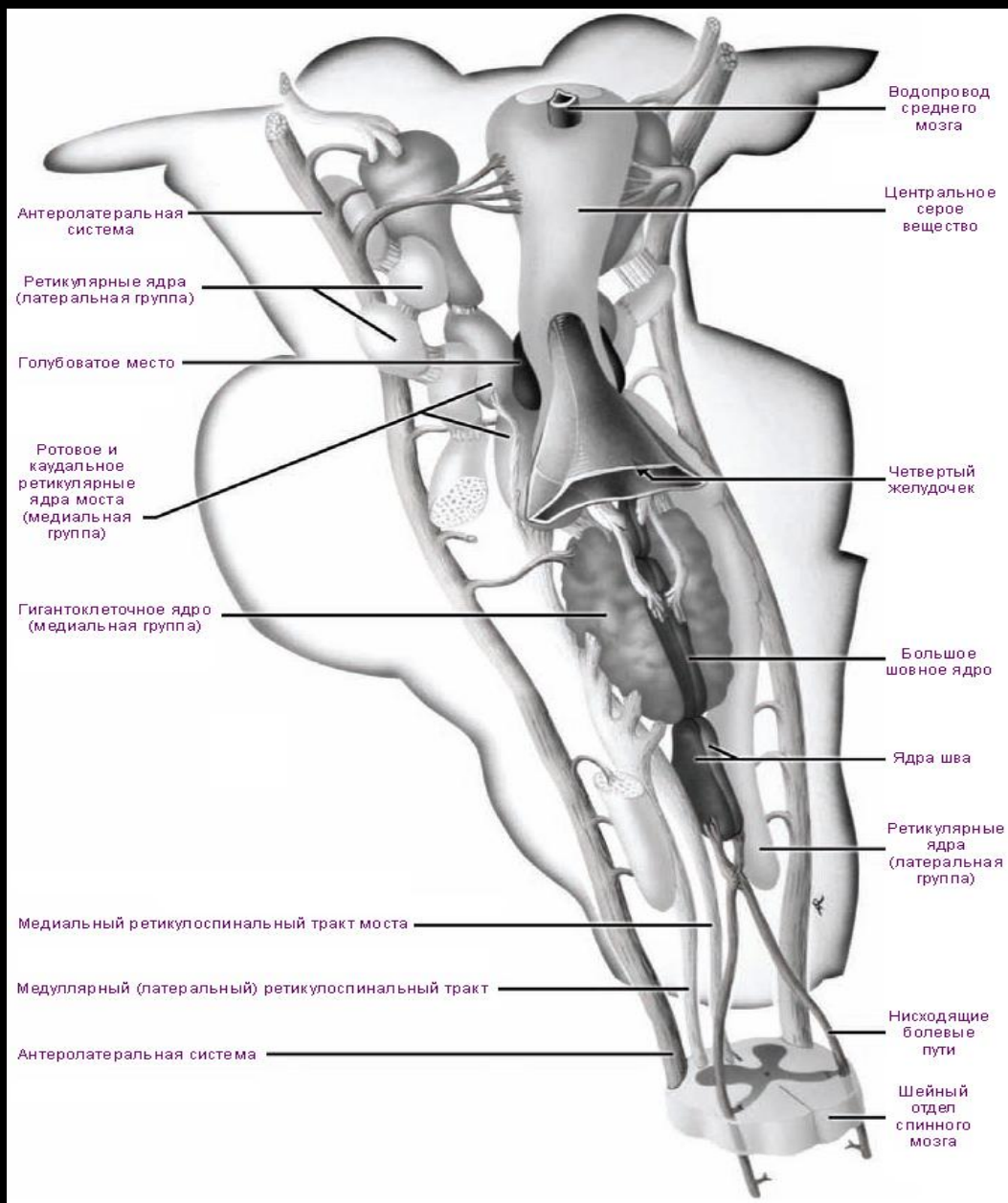
# Двигательные проводящие пути

Пирамидная система

Экстрапирамидная система

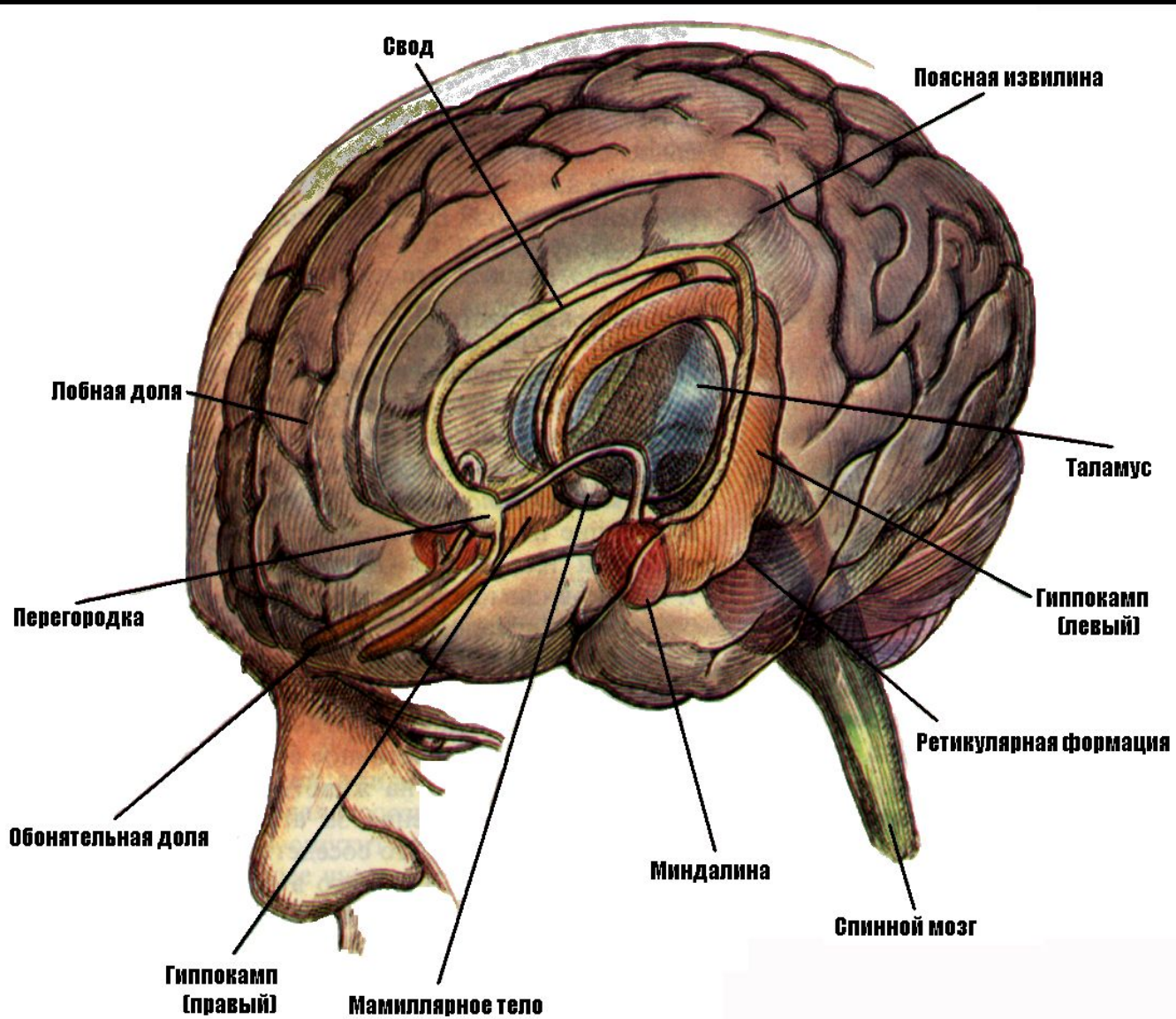


# Ретикулярная формация среднего мозга

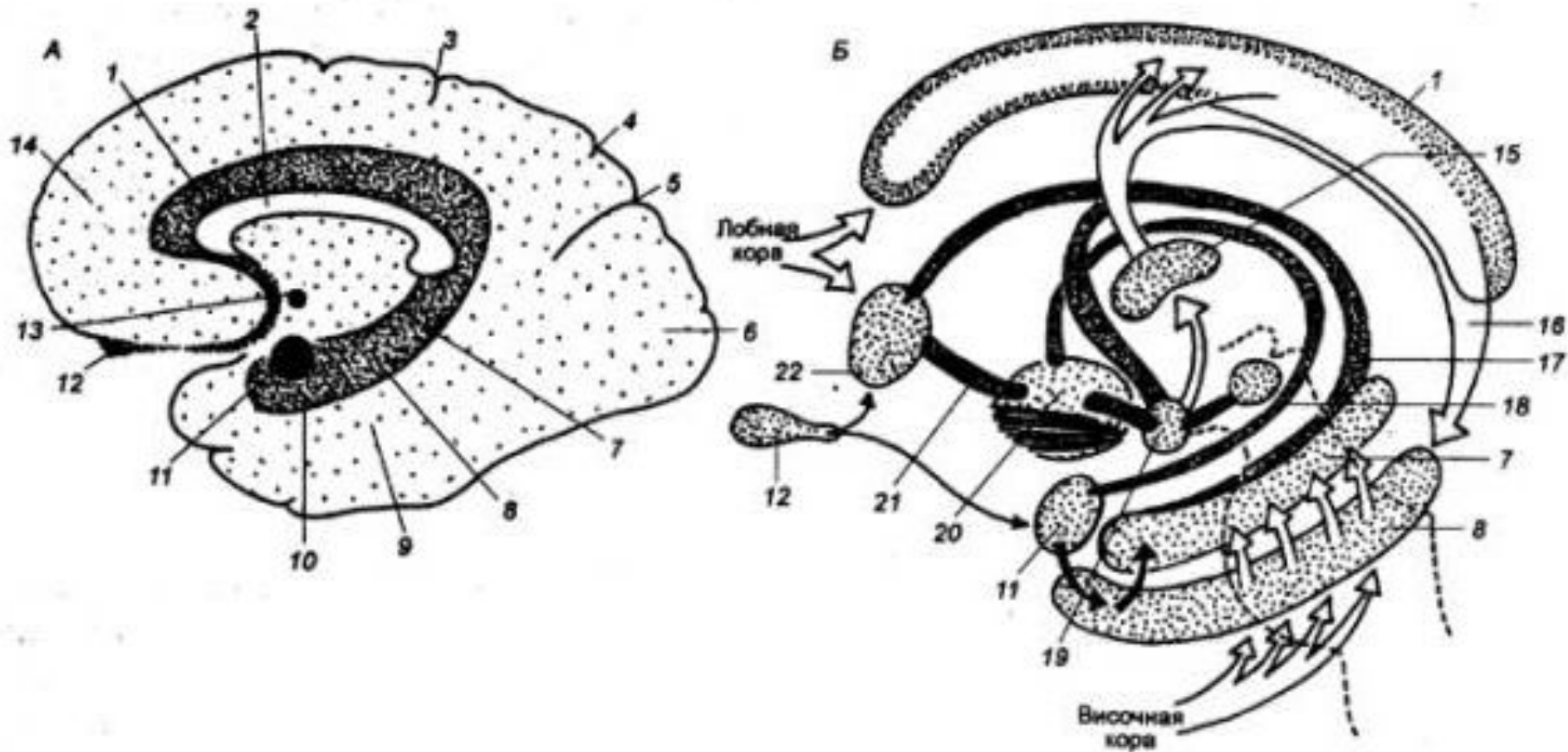




# ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

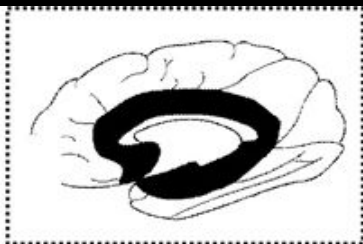
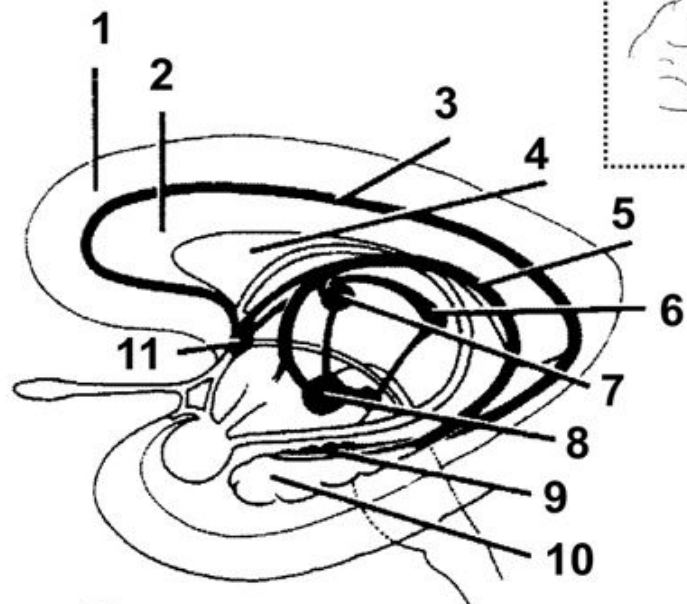
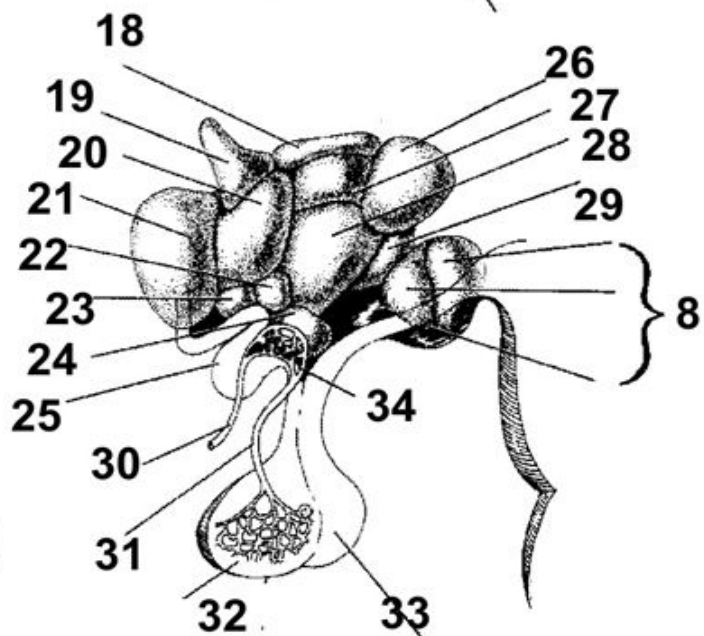
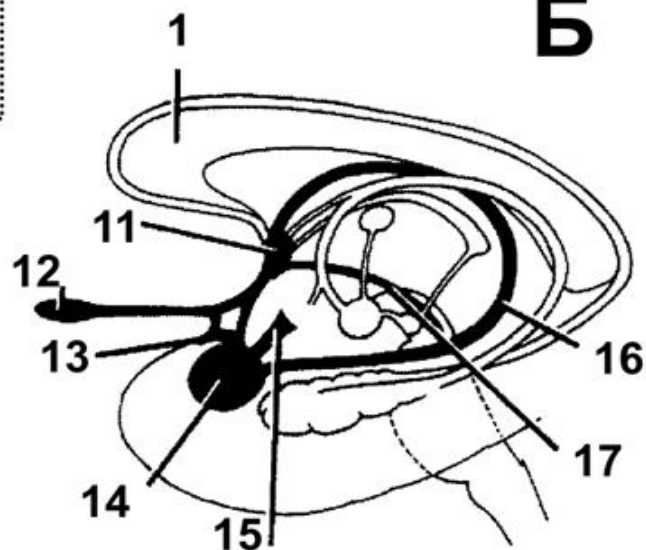
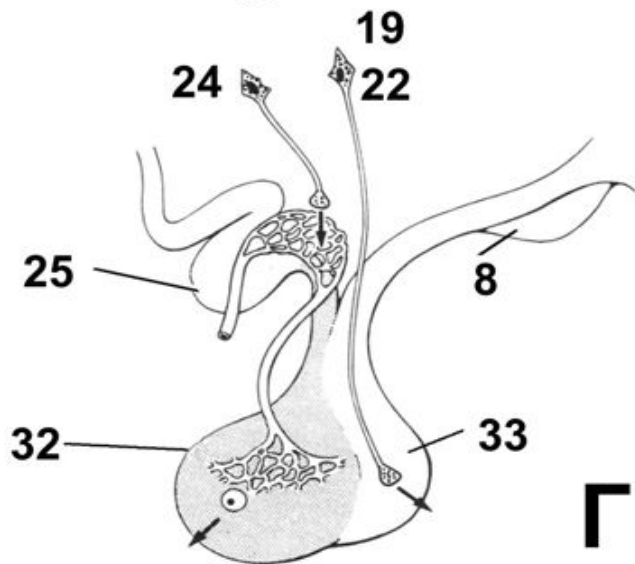






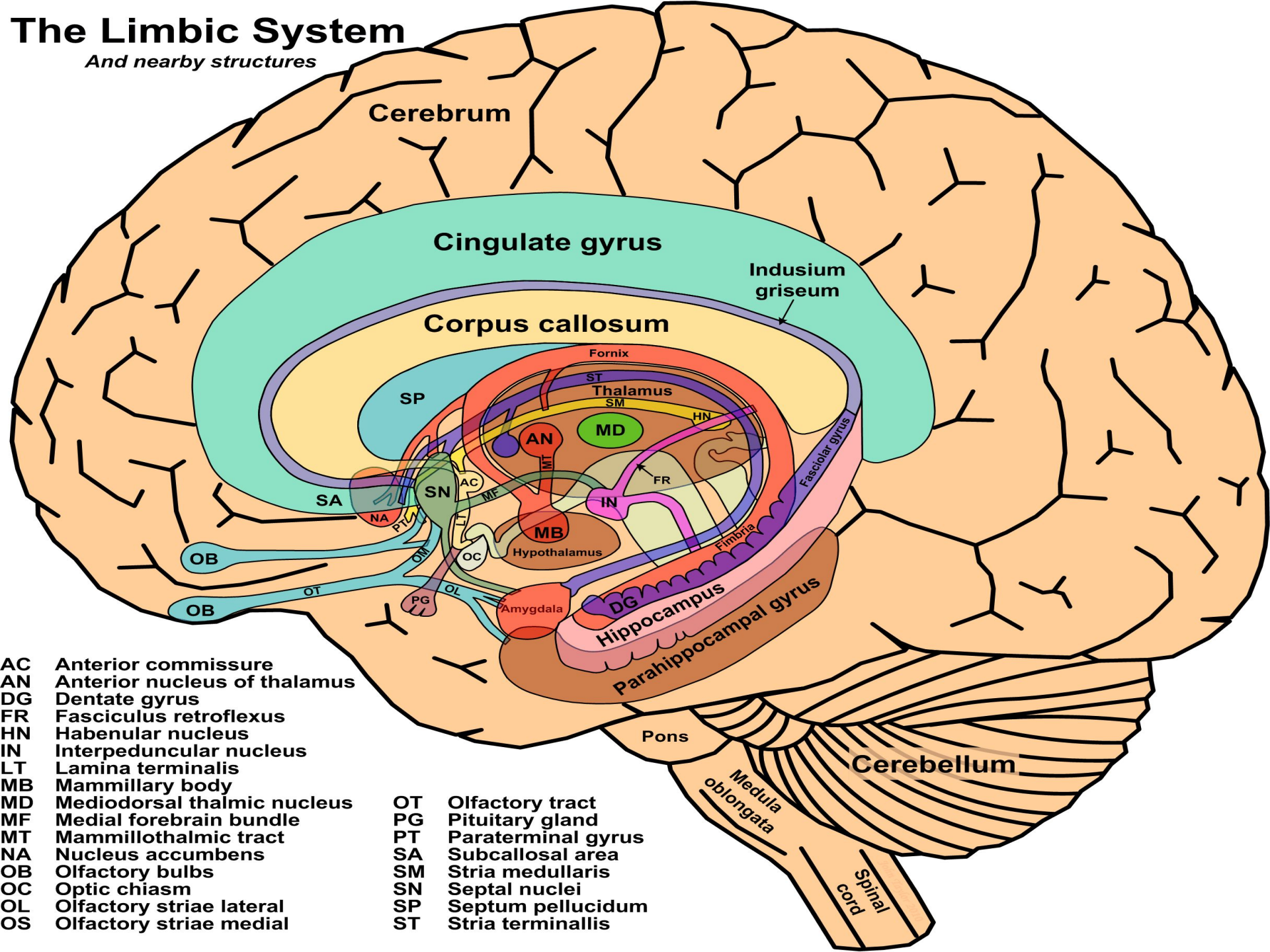
## Расположение лимбической системы в виде кольца по краю неокортекса (А); афферентные и эфферентные связи лимбической системы (Б)

1 — поясная извилина, 2 — мозолистое тело, 3 — центральная борозда, 4 — теменная доля, 5 — шпорная борозда, 6 — затылочная доля, 7 — гиппокамп, 8 — парагиппокампальная извилина, 9 — височная доля, 10 — крючок, 11 — миндалевидное тело, 12 — обонятельная луковица, 13 — передняя спайка, 14 — лобная доля, 16 — передний таламус, 16 — пояс, 17 — свод, 18 — терминальная полоска, 19 — сосцевидное тело, 20 — гипоталамус, 21 — медиальный пучок конечного мозга, 22 — перегородка

**A****Б****В****Г**

# The Limbic System

And nearby structures



- AC Anterior commissure
- AN Anterior nucleus of thalamus
- DG Dentate gyrus
- FR Fasciculus retroflexus
- HN Habenular nucleus
- IN Interpeduncular nucleus
- LT Lamina terminalis
- MB Mammillary body
- MD Mediodorsal thalamic nucleus
- MF Medial forebrain bundle
- MT Mammillothalamic tract
- NA Nucleus accumbens
- OB Olfactory bulbs
- OC Optic chiasm
- OL Olfactory striae lateral
- OS Olfactory striae medial

- OT Olfactory tract
- PG Pituitary gland
- PT Paraterminal gyrus
- SA Subcallosal area
- SM Stria medullaris
- SN Septal nuclei
- SP Septum pellucidum
- ST Stria terminallis

## *Гиппокампальный лимбический круг Пейпеца*

---

### ○ **Джеймс Пейпец**

*Врач невропатолог, доктор  
медицины (1883 - 1958)*

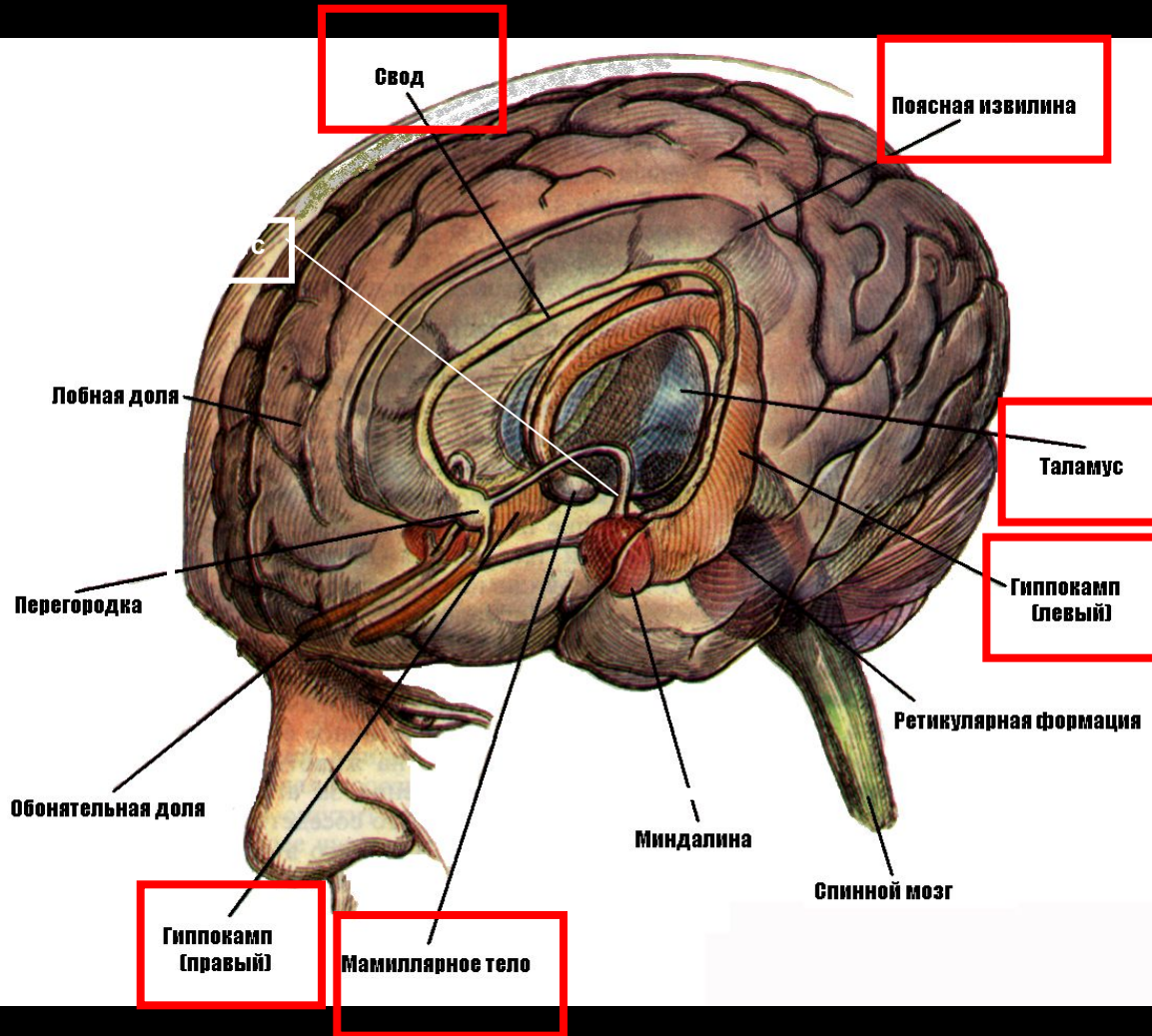
*Создал и научно подтвердил  
оригинальную теорию  
"циркуляции эмоций" в  
глубинных структурах мозга,  
включая лимбическую систему.*

*"Круг Пейпеца" создает  
эмоциональный тонус нашей  
психики и отвечает за  
качество эмоций, включая  
эмоции удовольствия, счастья,  
гнева и агрессии.*





# 2 ЛИМБИЧЕСКИХ КРУГА



## БОЛЬШОЙ КРУГ ПЕЙПСА:

гиппокамп - свод -  
мамиллярные тела -  
мамиллярно-  
таламический пучок Вик-д'  
Азира - таламус - поясная  
извилина – гиппокамп

## МАЛЫЙ КРУГ НАУТА:

миндалина - конечная  
полоска - гипоталамус -  
перегородка - миндалина

# Основные функции лимбика:

1. Организация вегетативно-соматических компонентов эмоций.
2. Организация кратковременной и долговременной памяти.
3. Участие в формировании ориентировочно-исследовательской деятельности.
4. Организация простейшей мотивационно-информационной коммуникации (речи).
5. Участие в механизмах сна.
6. Центр обонятельной сенсорной системы.

# **Функциональная структура лимбика по МакЛину (1970)**

- 1. Нижний отдел - миндалина и гиппокамп - центры эмоций и поведения для выживания и самосохранения**
- 2. Верхний отдел - поясная извилина и височная кора - центры общительности и сексуальности**
- 3. Средний отдел - гипоталамус и поясная извилина - центры биосоциальных инстинктов**

# ГИППОКАМП

- **Гиппокамп** вместе с прилежащими к нему структурами - лобной и теменной долей, имеет хорошо развитую систему связей с корой больших полушарий, обонятельным мозгом, миндалевидным телом, перегородкой, гипоталамусом и сосцевидными телами.

**Морфологически гиппокамп** представлен стереотипно повторяющимися **модулями**, связанными между собой и другими структурами.

**Модуль** включает специализированные нейроны, полиморфные клетки, белое вещество, расположенные строго определённым образом. Всё вместе это образует сегментно-модульное строение гиппокампа.

Каждый **сегмент** представляет собой морфологическую единицу гиппокампа, способную **функционировать**



Связь модулей создаёт условие циркулирования активности в гиппокампе при обучении. При этом возрастает нейросекреция и увеличивается количество синапсов между нейронами.

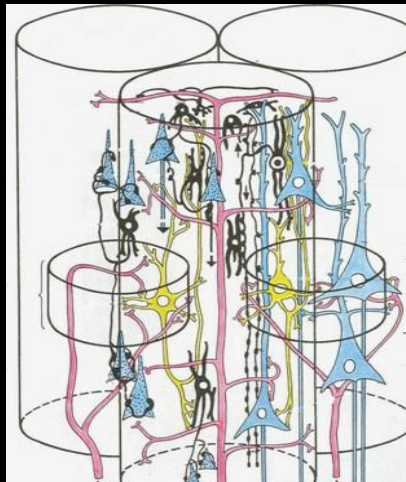
Основными клетками гиппокампа являются **пирамидные нейроны**, способные продуцировать  $\theta$ -ритм. На some пирамидных клеток мало синапсов и большая их часть является **тормозными**.

Электрическая активность гиппокампа тесно связана с деятельностью подкорковых структур и коры.

Причём  $\beta$ -ритм и  $\theta$ -ритм в гиппокампе и в коре чаще возникают **реципрокно**. На новые сенсорные стимулы: в коре усиливается -  $\beta$ -ритм, а в гиппокампе -  $\theta$ -ритм.

# НЕЙРОННЫЕ АНСАМБЛИ

- **Нейронный ансамбль или модуль** – представляет собой совокупность локальных нейронных сетей, которая обрабатывает информацию, подвергает трансформации, передает ее на выход.
- Один модуль может входить в состав различных функциональных образований.
- **Характерные признаки нейронного ансамбля:**
  1. Локальный синергизм реакции нейронов центральной зоны;
  2. Наличие тормозной окантовки;
  3. Наличие определенного числа нейронов со стабильными ответами на адекватное афферентное раздражение (располагаются в центральной ядерной зоне ансамбля).



# Реактивность гиппокампа.

- Усиление  $\theta$ -ритма у животных коррелирует с высоким уровнем эмоционального напряжения: страх, агрессия, пищевое поведение т.д., а также парадоксальным сном.
- Гиппокамп служит дополнительным каналом, через который входящие сенсорные сигналы могут побуждать к соответствующим поведенческим реакциям.
- Гиппокамп играет большое значение в механизмах элиптогенеза, очень чувствителен к искусственному раздражению, быстро реагируя на них параксизмальной активностью.
- Раздражение различных участков гиппокампа может вызывать разнообразные эмоциональные и поведенческие реакции: удовольствие, ярость, пассивное или чрезмерное половое влечение. Существенной функцией гиппокампа является консолидация следов памяти.

# Консолидация памяти.

После двустороннего удаления части гиппокампа с целью хирургического лечения тяжёлой эпилепсии пациенты могли удовлетворительно вспоминать полученные прежде знания. Однако, они утратили способность выучивать новую информацию, основанную на базе словесных символов.

Они не могли даже выучить имена людей, с которыми они встречались каждый день. В то же время они могли вспомнить на какой-то момент конкретное событие, происшедшее в их текущей деятельности. Следовательно, они **способны к кратковременной памяти от нескольких секунд до одной–двух минут**, хотя способность удержать кратковременную или долговременную память на более продолжительный период у них полностью нарушена.

Рассмотренный феномен известен как *антероградная амнезия*. Эти данные показывают, что **без гиппокампа невозможен процесс консолидации долговременной памяти словесных или символических сигналов.**

- По своему происхождению гиппокамп является частью обонятельной коры, и на эволюционно ранних стадиях развития мозга ему принадлежала решающая роль в оценке жизненно важных запаховых сигналов.

Критически оценивая поступающие сигналы, гиппокамп отсеивал ненужные (индифферентные) сигналы и передавал важные сигналы, для их сохранения, - в память.

- **Участие гиппокампа в обработке новой информации из внешней среды и пространственном обучении - обуславливает важную роль гиппокампа в адаптивном поведении, при построении новых программ.**

Нобелевский комитет при Каролинском медицинском институте в Стокгольме решил присудить премию по физиологии или медицине за 2014 год американцу, работающему в Университете Лондона Джону О'Кифу, и норвежским физиологам – супругам Мэй-Бритт Мозер и Эдварду Мозеру из Норвежского университета естественных наук и технологии.

Премия присуждена за исследования мозга и открытие клеток, отвечающих за систему позиционирования, которая позволяет организму ориентироваться в пространстве.

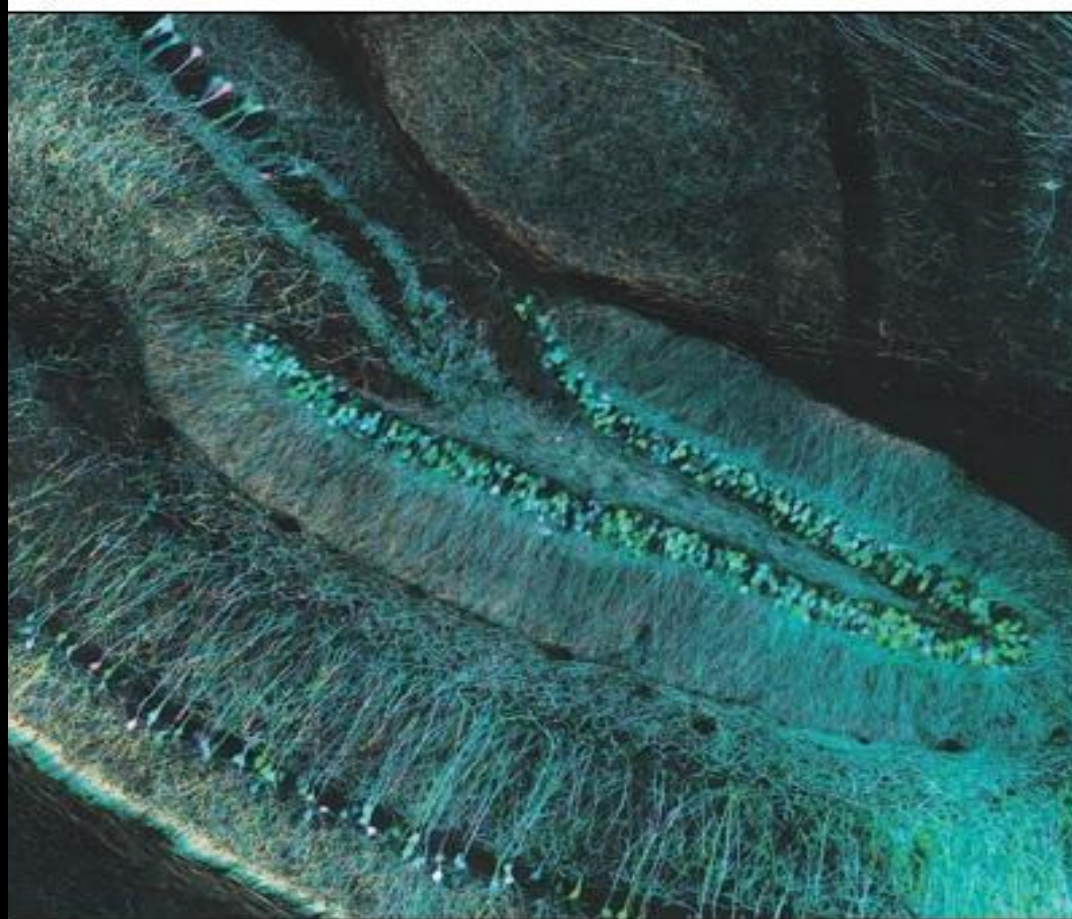
Речь идет о нейронах, которые позволяют человеку ориентироваться в пространстве, точно определять местоположение, запоминать и прокладывать маршруты. Нобелевский комитет метафорически характеризует эту систему как «внутреннюю GPS».

Основоположником этих исследований был Джон О'Киф, который в 1971 году обнаружил особый тип нервных клеток в области гиппокампа (парная структура, расположенная в медиальных височных отделах мозга).

У крыс те или иные клетки гиппокампа были активированы в зависимости от места в комнате, где находилось животное. О'Киф пришел к выводу, что эти клетки («нейроны места») формируют для крысы карту местности.

Спустя три десятилетия, в 2005 году нейрофизиологи Мэй-Бритт и Эдвард Мозеры открыли еще один компонент мозговой системы позиционирования – так называемые grid-нейроны («координатные нейроны», «нейроны координатной сетки»), расположенные в энторинальной области коры – рядом с гиппокампом. В отличие от «нейронов места», эти клетки имеют множественные области возбуждения, которые разбивают окружающую среду на гексагональную структуру (шестиугольная решетка). В совокупности grid-нейроны формируют систему координат, которая позволяет точно ориентироваться в пространстве.





*Гиппокамп – часть мозга, в которой находятся нейроны места. На фотографии представлен гиппокамп мыши в разрезе. Фото получено американской исследовательницей Yi Zuo (факультет молекулярной и клеточной биологии и онтогенетики Калифорнийского университета в Санта-Крус) с помощью комбинированной системы сверхвысокого разрешения ZEISS ELYRA PS.1 с конфокальным микроскопом LSM 780. Источник: Carl Zeiss Microscopy.*

# Миндалевидное тело

**Миндалевидное тело** — комплекс ядер, имеющих обширные двусторонние связи с гипоталамусом и всеми частями лимбической системы, а также с височной, теменной и затылочной долями новой коры. Особенно велико число связей со слуховой и зрительной ассоциативными зонами.

Часть ядер миндалина имеет кортикальную структуру. Нейроны разнообразны по размерам, нейрохимической природе и функциям.

Функция миндалевидного тела заключается в осуществлении врождённых форм поведения, обеспечении защитных поведенческих актов.

- **Стимуляция** миндалевидного тела вызывает те же эффекты, что и стимуляция гипоталамуса: увеличение или уменьшение АД, увеличение или уменьшение ЧСС, уменьшение или увеличение моторики и секреции ЖКТ, дефекацию и мочеиспускание, расширение зрачков, секрецию гормонов передней доли гипофиза.

Дополнительно к этим эффектам, стимуляция миндалевидного тела инициирует некоторые непроизвольные движения, включающие тонический подъём головы и туловища, круговые и ритмичные движения, различные виды движений, связанные с едой, жеванием, лизанием и глотанием.

Кроме того, стимуляция некоторых ядер может породить реакции **ярости, избегания опасности, тяжёлой боли и страха**. Наконец, возбуждение других частей миндалевидного тела вызывает повышение сексуальной активности.

*Двустороннее удаление* миндалевидного тела у обезьян вызывает комплекс изменений: животные теряют чувство страха, проявляют любопытство ко всем вещам, немедленно забывают обо всём, пытаются взять в рот любые несъедобные предметы, пытаются совершить половой акт с особями других видов.

# Влияние миндалин на иерархические отношения в стае

До операции



После удаления миндалин у Дейва



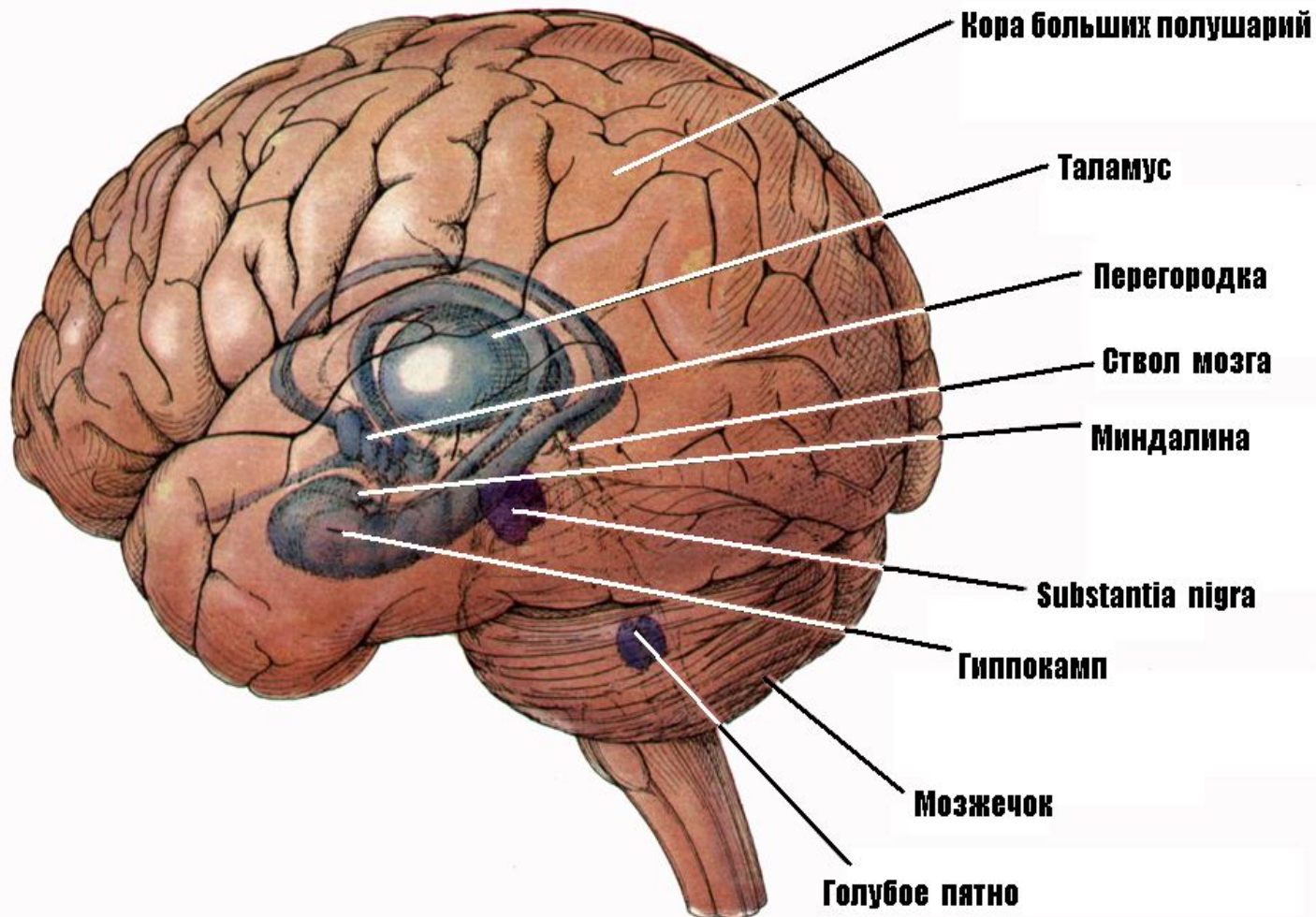
**Миндалины** образует также обширные связи с обонятельной луковицей. Благодаря этим связям обоняние у животных участвует в контроле репродуктивного (размножение) поведения.

Например, феромоны (видоспецифические химические посредники) влияют на половое поведение через обонятельную систему. Многие виды животных имеют даже дополнительную обонятельную систему (так называемый яacobсонов орган), передающую специализированную информацию к структурам лимбической системы, связанную с половым поведением.

У человека эта система плохо развита, но полностью отрицать ее существование нельзя. В пользу этого может указывать хотя бы тот факт, что парфюмерия для женщин и мужчин различна.



# ЭМОЦИОНАЛЬНЫЙ МОЗГ

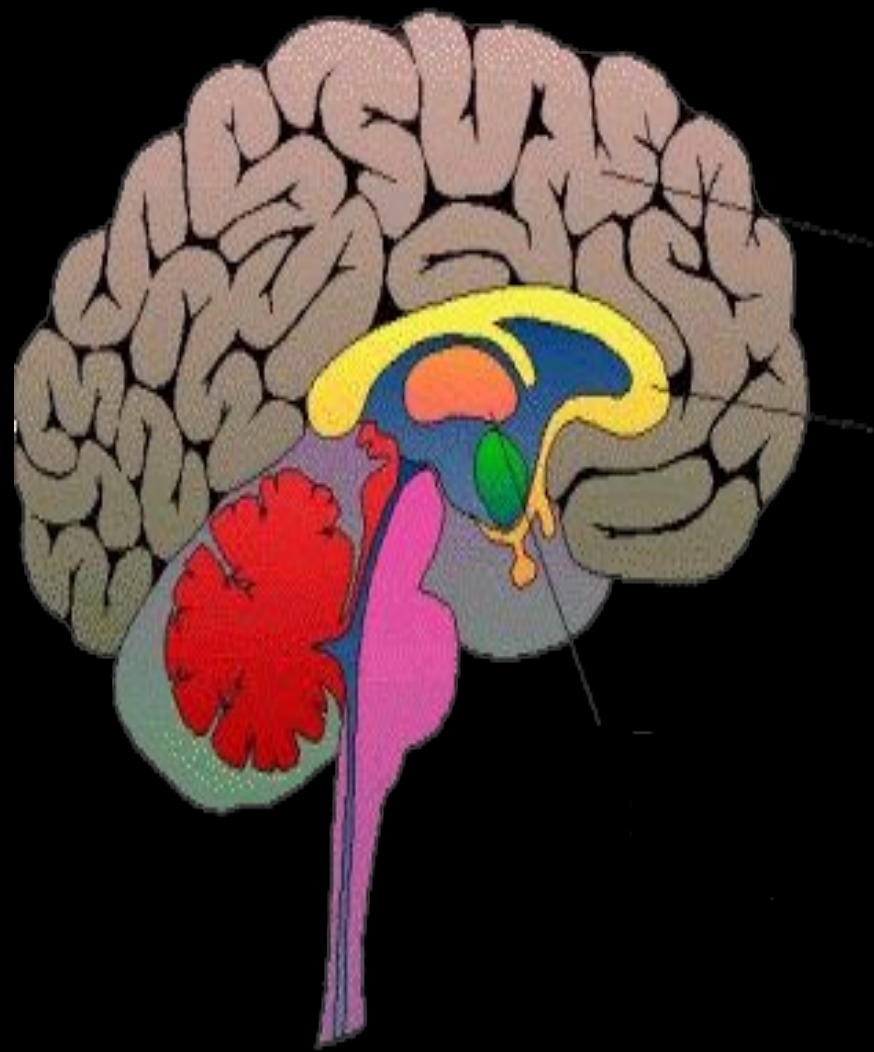


# ЦИТАТЫ

- Некоторые из эмоциональных выражений. Свойственных лицу человека, очень сходны с тем, которые были свойственны нашим далёким обезьянним предкам.

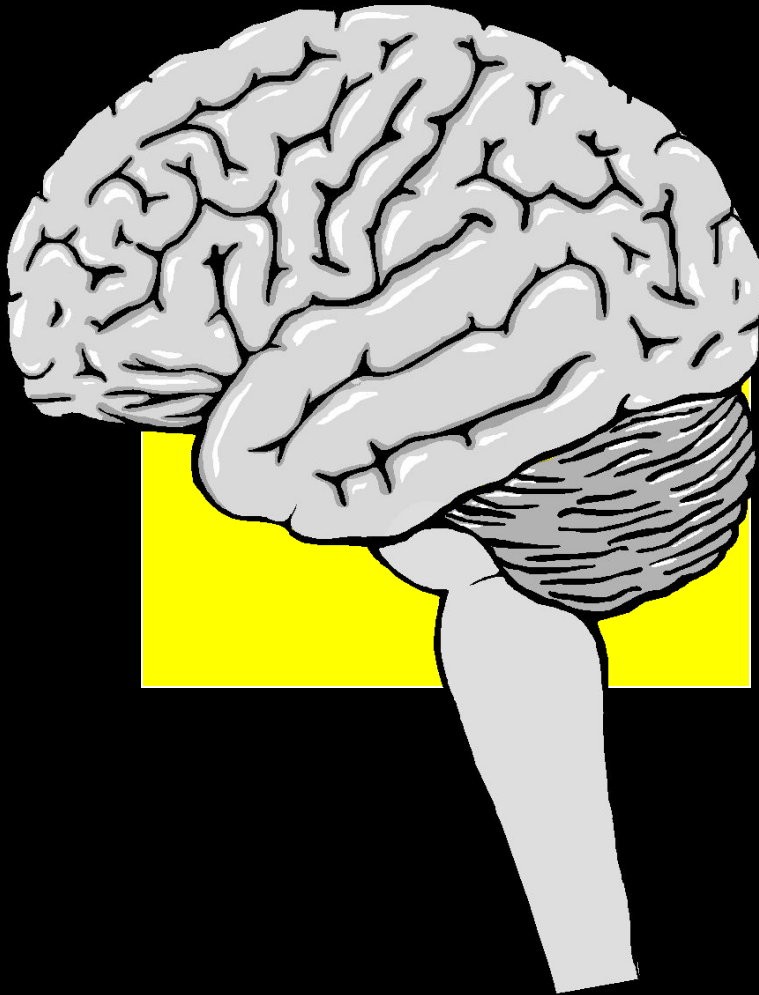
Их можно назвать «интенционными движениями» – фрагментами подготовки животного к действию.

По мере развития социальности у животных эти выразительные движения приобрели самостоятельную роль и сделали возможным создания системы социальной коммуникации. Теперь, животные могли информировать друг друга о своём внутреннем состоянии или о каких-то внешних событиях.



- 1. Cerebral cortex
- 2. Corpus callosum
- 3. Thalamus
- 4. Hypothalamus
- 5. Pituitary gland
- 6. Brainstem
- 7. Cerebellum

# **ФИЗИОЛОГИЯ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА**



**Составляют 70% от общей массы мозга.**

**Площадь коры составляет около 2200 см<sup>2</sup>, причём 2/3 её поверхности находится в глубине борозд.**

**Окончательное созревание заканчивается к 17-20 годам. У мужчин в среднем – 1400г, у женщин – 1260г. (Тургенева – 2012г, Павлова – 1653г, Меделева – 1517г, Франса – 1017г, Либих – 1362г.).**

**Объём около 600 см<sup>3</sup>.**

**Число нейронов – 10 млрд.**

**Толщина коры : от 1,5 до 4,5 мм (максимальна в передней центральной извилине).**

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗОНЫ КОРЫ

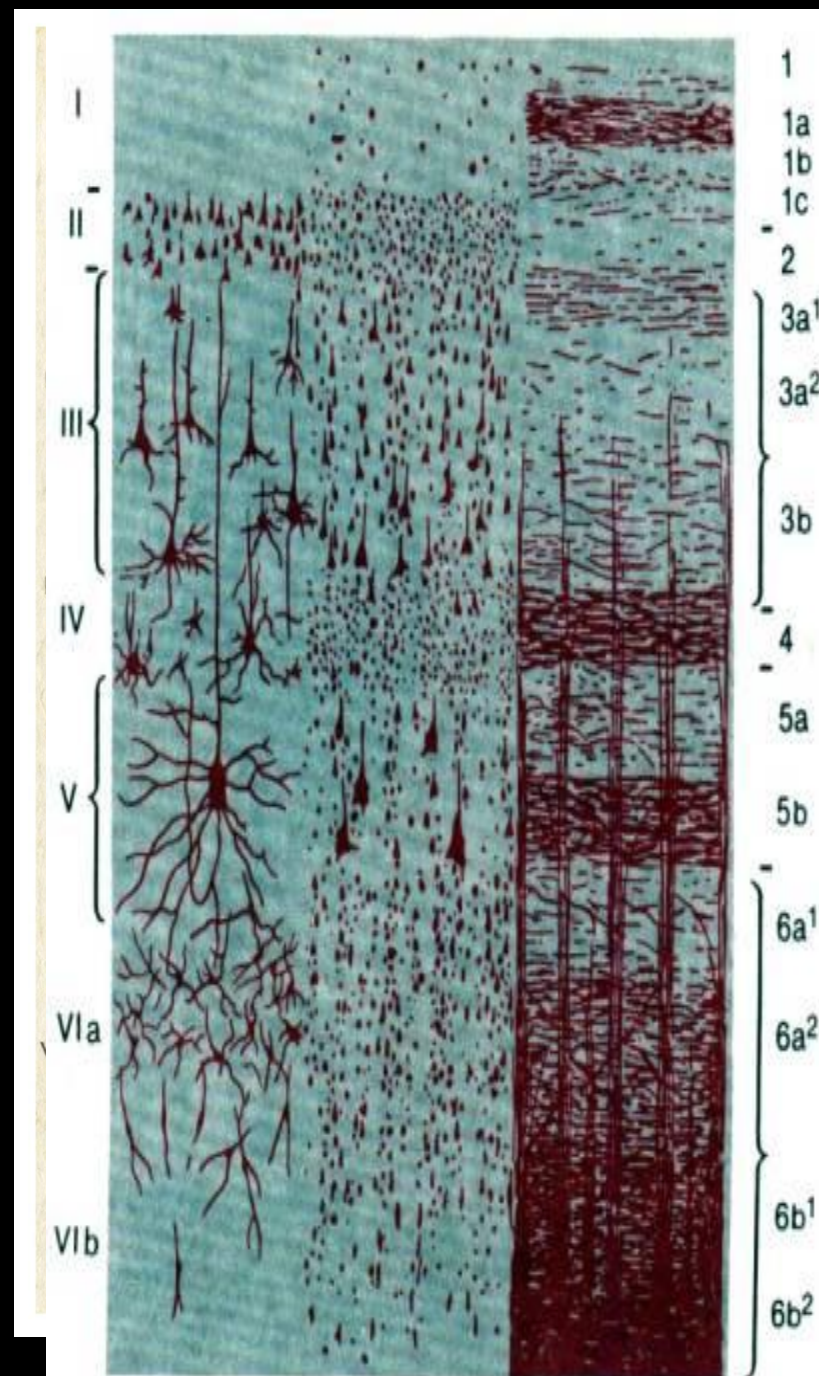
- СЕНСОРНЫЕ ( зрительные, слуховые, кожные и др.)
- МОТОРНЫЕ ( первичные, вторичные, комплексные)
- АССОЦИАТИВНЫЕ ( лобные, теменные, височные) - полисенсорность, пластичность, длительность хранения следов





# Расположение нейронов и нервных волокон в коре больших полушарий.

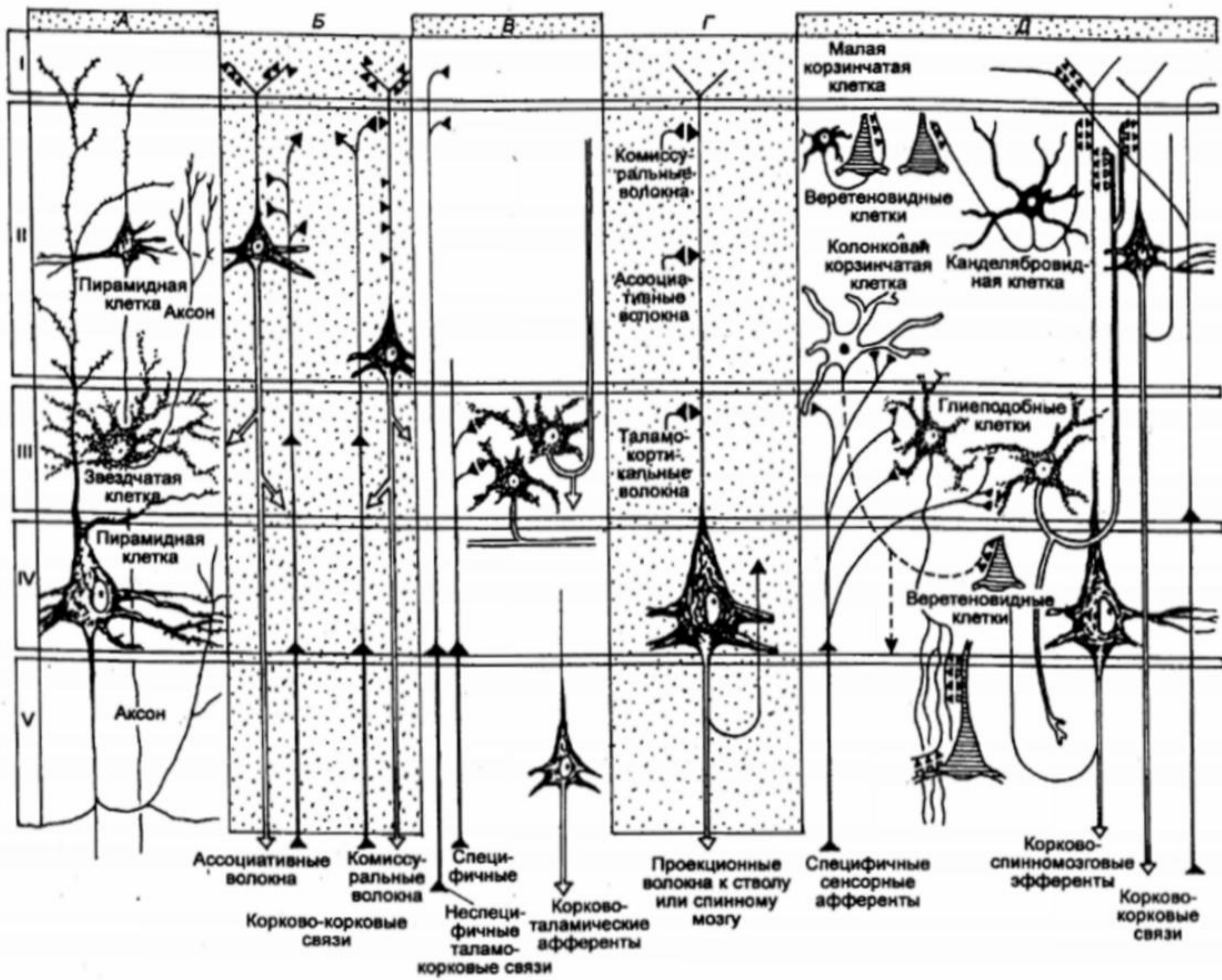
Номера слоёв коры I - VI





# Слои коры больших полушарий

- **1 слой - верхний молекулярный - ветвления дендритов пирамидных нейронов, редкие горизонтальные нейроны и клетки-зерна, волокна неспецифических ядер таламуса**
- **2 слой - наружный зернистый - звездчатые клетки, пути реализующие циркуляцию импульсов, волокна неспецифических ядер таламуса**
- **3 слой - наружный пирамидный - малые пирамидные клетки и корково-корковые связи различных извилин коры**
- **4 слой - внутренний зернистый - звездчатые клетки, окончание специфических таламокортикальных путей**
- **5 слой - внутренний пирамидный - крупные пирамидные клетки Беца - выходные нейроны кортико - мозговых путей**
- **6 слой - полиморфных клеток - кортикоталамические пути**

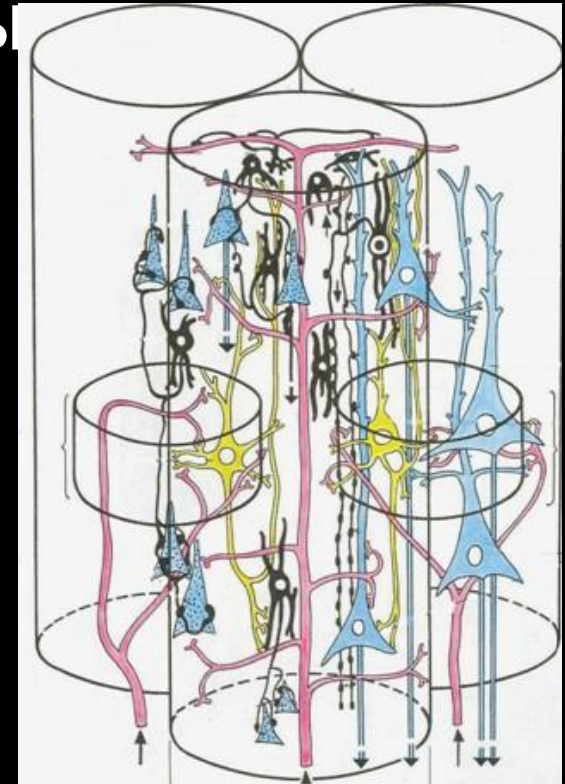
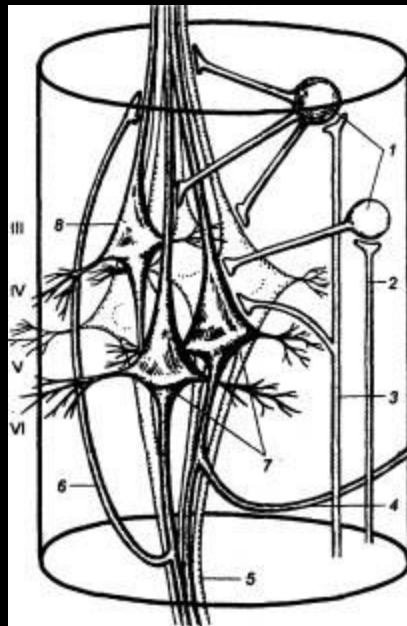


Упрощенная схема нейронов, их сетей, афферентных и эфферентных связей в различных слоях коры большого мозга

# Функциональная организация коры

- Функциональная единица коры - вертикальная колонка диаметром около 500 мкм – **макромодуль**.  
**Колонка** - зона распределения разветвлений одного восходящего афферентного таламокортикального волокна.  
Каждая колонка содержит до 1000 нейронных ансамблей – **микромодули**.  
Возбуждение одной колонки тормозит соседние колонки.

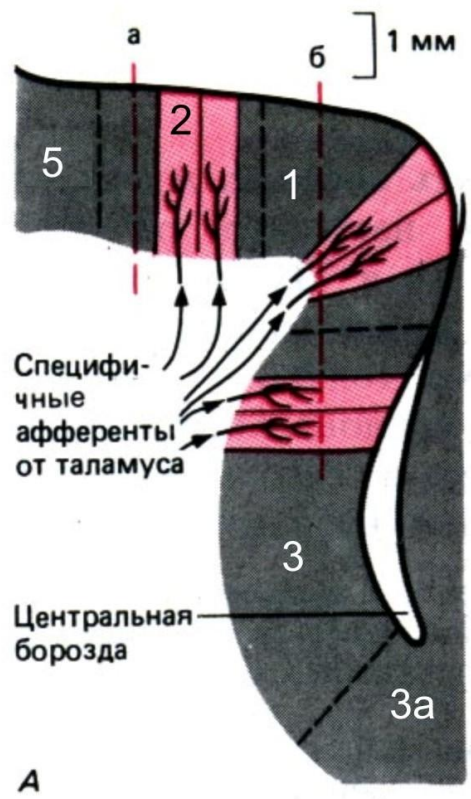
# Структурный микромодуль сенсомоторной коры



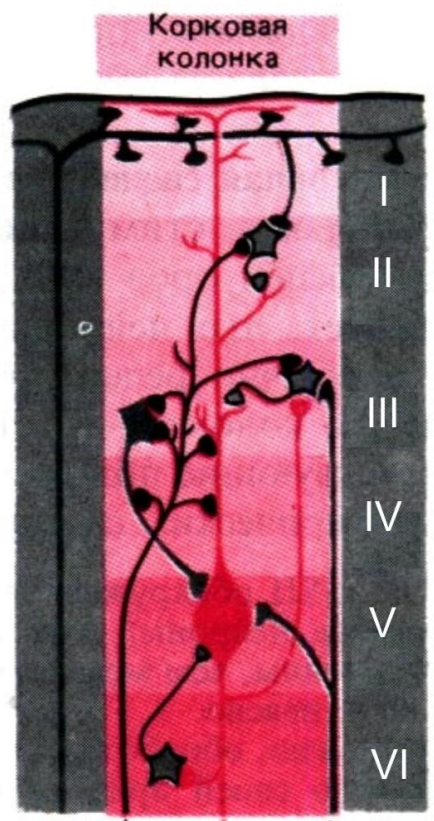
III—VI — корковые слои; 1 — интернейроны, 2 — афферентный вход, контактирующий с интернейроном, 3 — афферентный вход, образующий терминала на пирамидных нейронах, 4 — возвратная коллатераль аксона, вступающая в контакт с тормозным интернейроном, 5 — пучок аксонов, выходящий за пределы колонки, 6 — возвратная коллатераль, обеспечивающая облегчающие влияния в пределах модуля. 7 — корково—спинномозговые пирамидные клетки, 8 — корково—красноядерная пирамидная клетка.

- Колонкам корковых нейронов присуща функциональная специализация. Так, в соматосенсорной коре каждая колонка иннервирует только одно спинальное ядро и получает строго определённые, топографически разделённые кожные и проприоцептивные сигналы конечности, иннервируемой этим ядром.
- В пределах колонки можно выделить нейроны с малыми рецептивными полями и полимодальные нейроны.
- Каждая колонка имеет ряд нейронных сетей и ансамблей, реализующих какую-либо функцию по **вероятностно-статистическому** принципу. То есть в реакции на стандартные стимулы участвуют не все нейроны колонки, а только группа наиболее чувствительных низкопороговых нейронов, которых достаточно для обеспечения данной функции – **статистических принцип**.





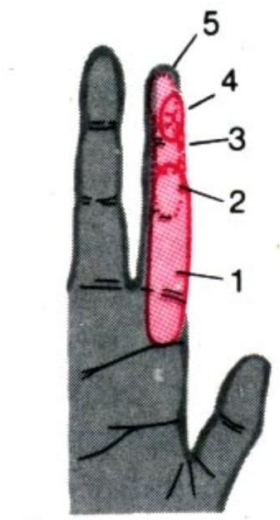
А



↑ От неспецифического таламуса  
 ↑ От специфического таламуса  
 ↓ К другим корковым областям, таламусу, спинному мозгу  
 ↑ От других корковых областей

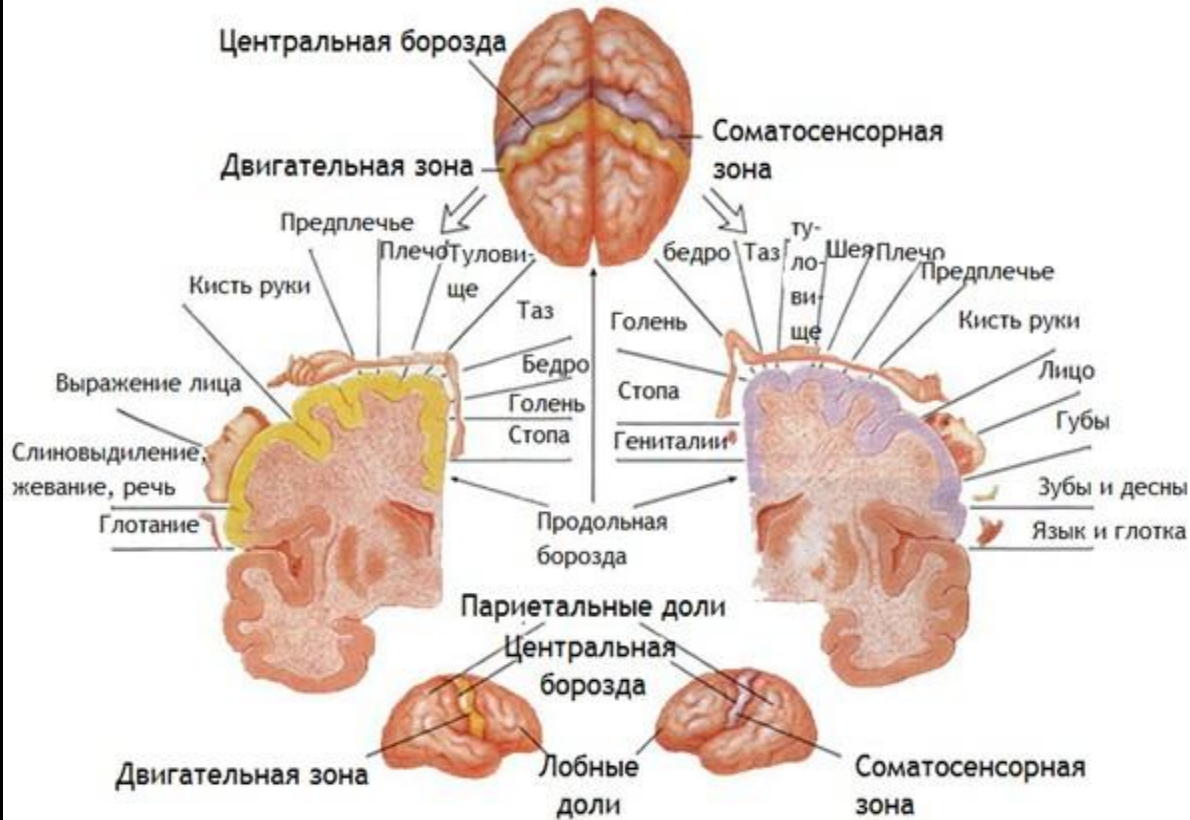
◆ Пирамидная клетка  
 ★ Клетка Гольджи  
 ★ Звездчатая клетка

В



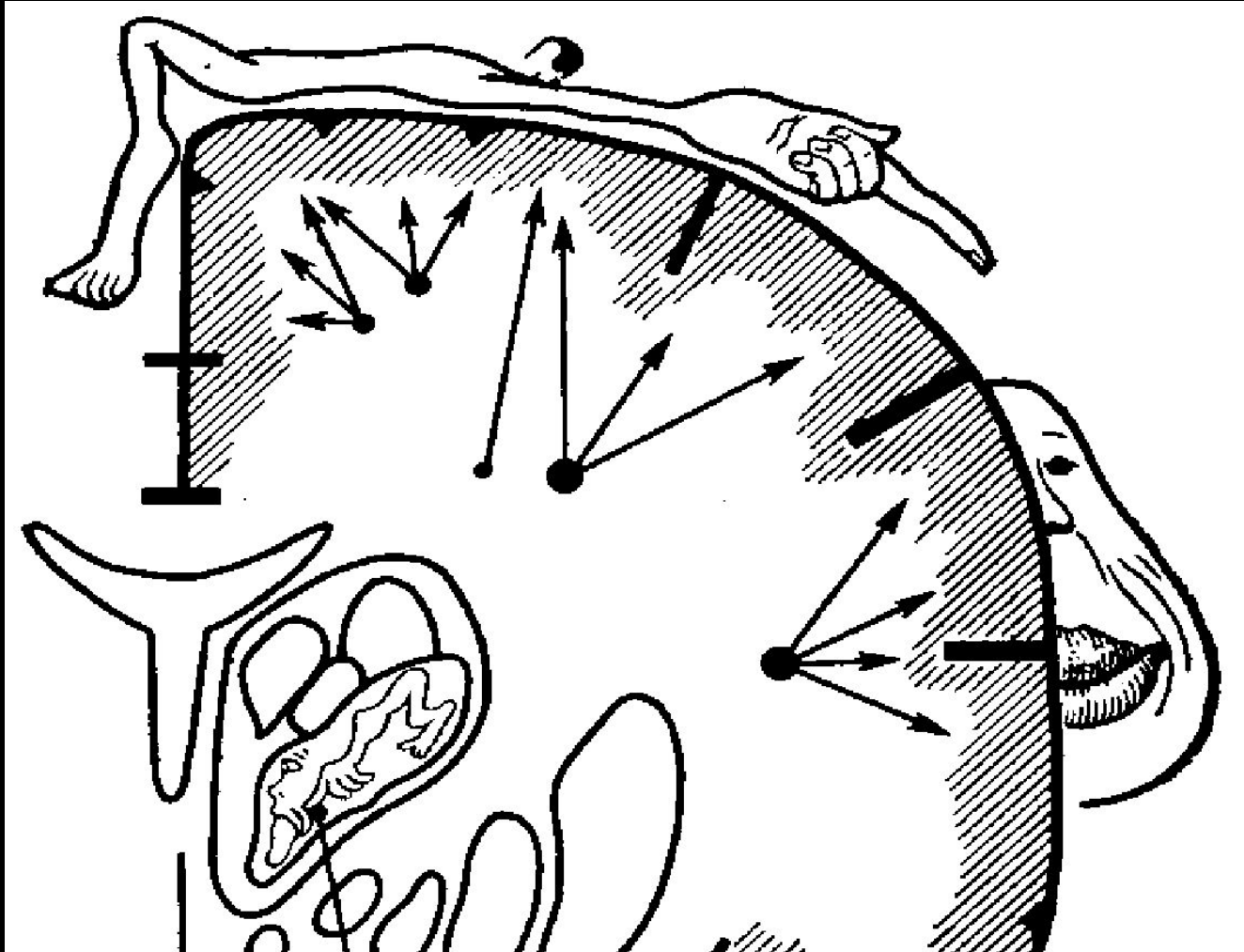
Б

## Двигательная и соматосенсорная зоны





# Неравномерность представления мускулатуры тела в моторной зоне коры и в гипоталамусе



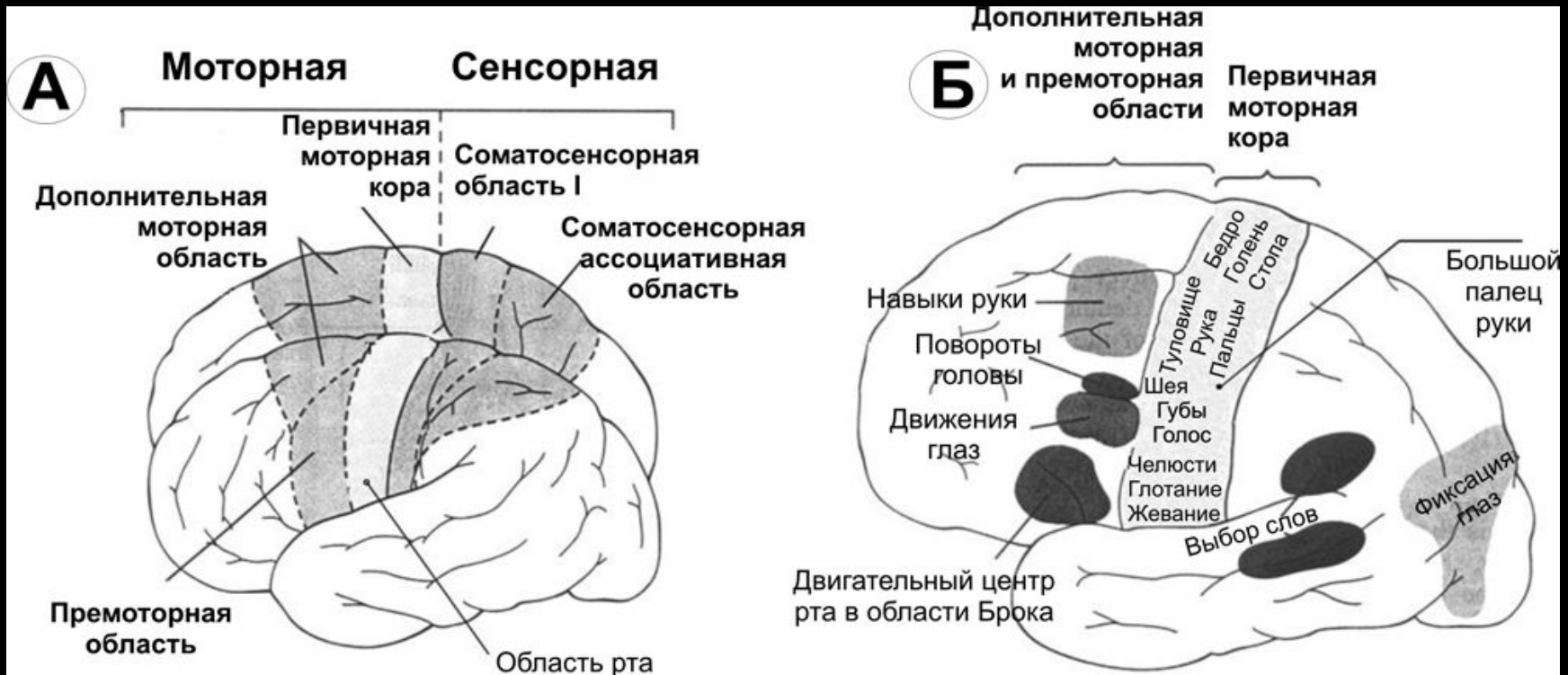
# Первичная моторная кора.

Грубая топография представительства различных мышц начиная от мышц лица (вблизи от сильвиевой борозды) и кончая мышцами ноги (область в глубине продольной щели). В первичной моторной коре картированы участки, стимуляция которых вызывает сокращения отдельных мышц, но чаще возбуждаются мышечные группы.

## Премоторная область

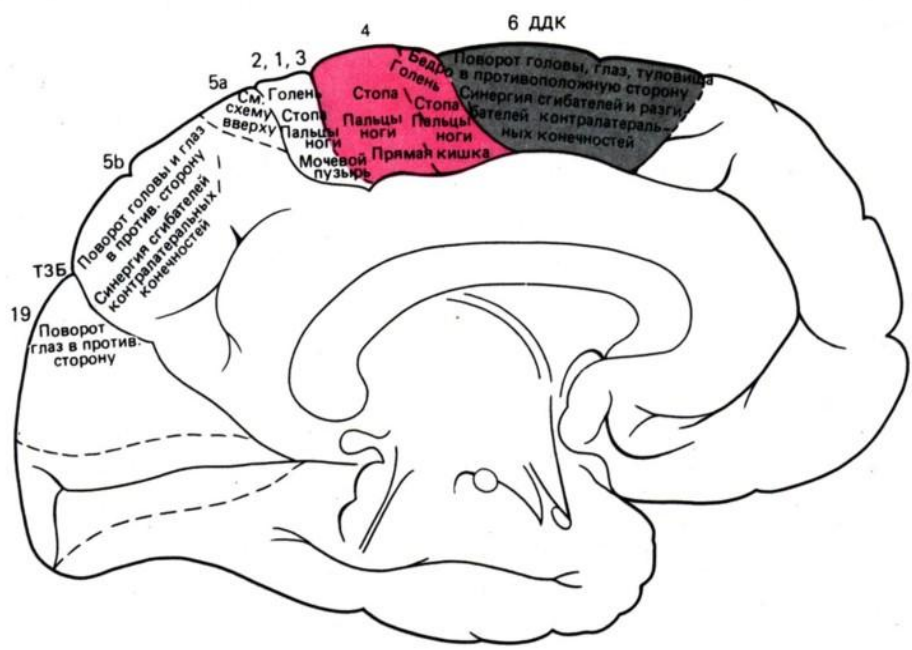
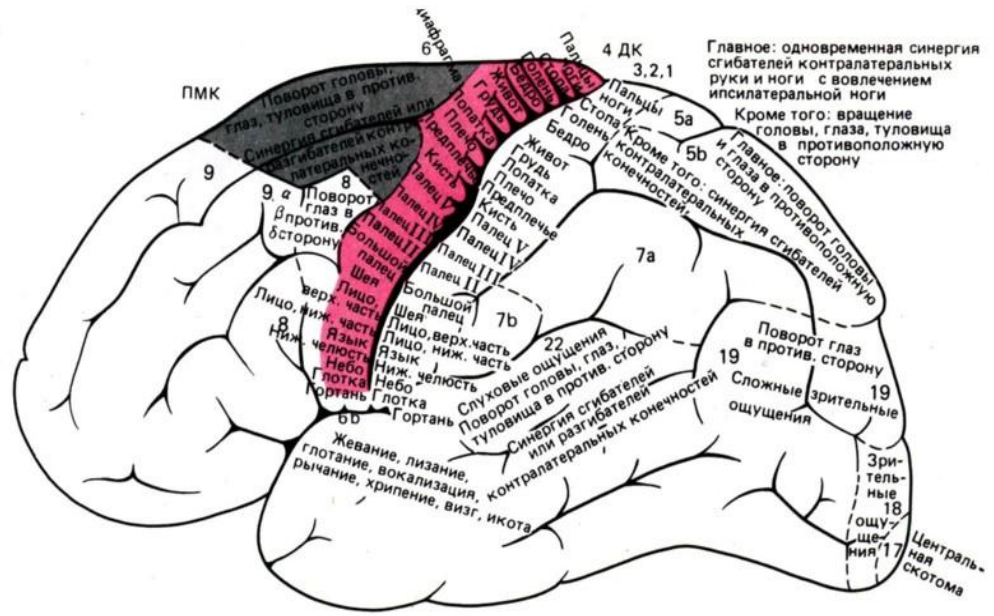
Располагается впереди от первичной моторной коры, её топографическая организация подобна организации первичной коры: наиболее латерально располагаются зоны лица и рта, далее вверх к продольной щели — кисть, рука, туловище и нижние конечности. **В премоторной области генерируются сложные спектры движений (например, движения плеча, руки, особенно кисти).**

# Двигательная кора большого мозга.

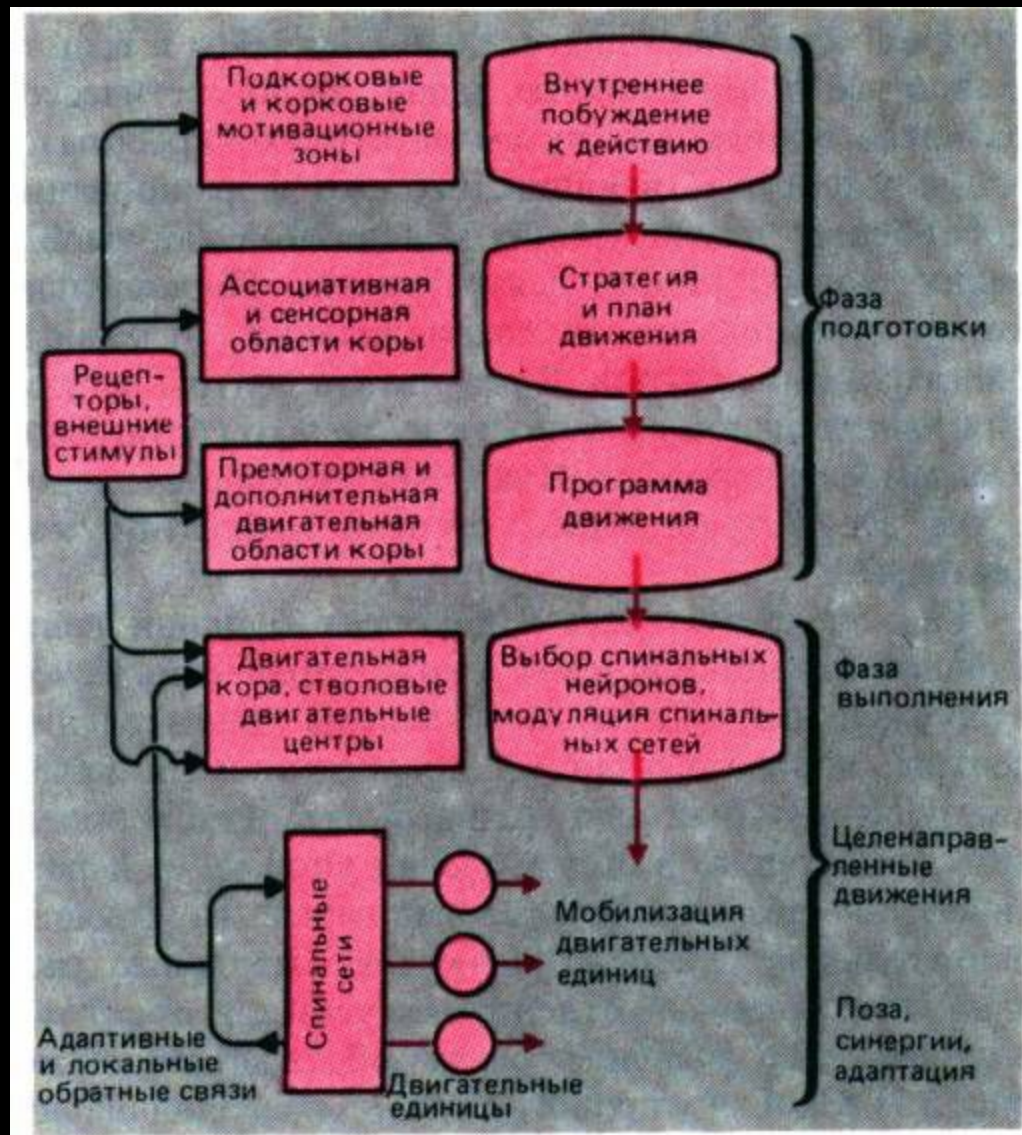


- А. Моторная и соматосенсорная функциональные области. В первичной моторной коре представлены сверху вниз (на рисунке) области тела: от стопы до головы.
- Б. Представительство различных мышц в моторной коре и локализация корковых областей, отвечающих за специальные движения.

**Дополнительная моторная область** располагается в продольной щели и функционирует совместно с премоторной областью, обеспечивая движения, поддерживающие осанку, фиксацию движений различных сегментов тела, позиционные движения головы и глаз и базу для тонкого моторного контроля кистей рук премоторной областью и первичной моторной корой.



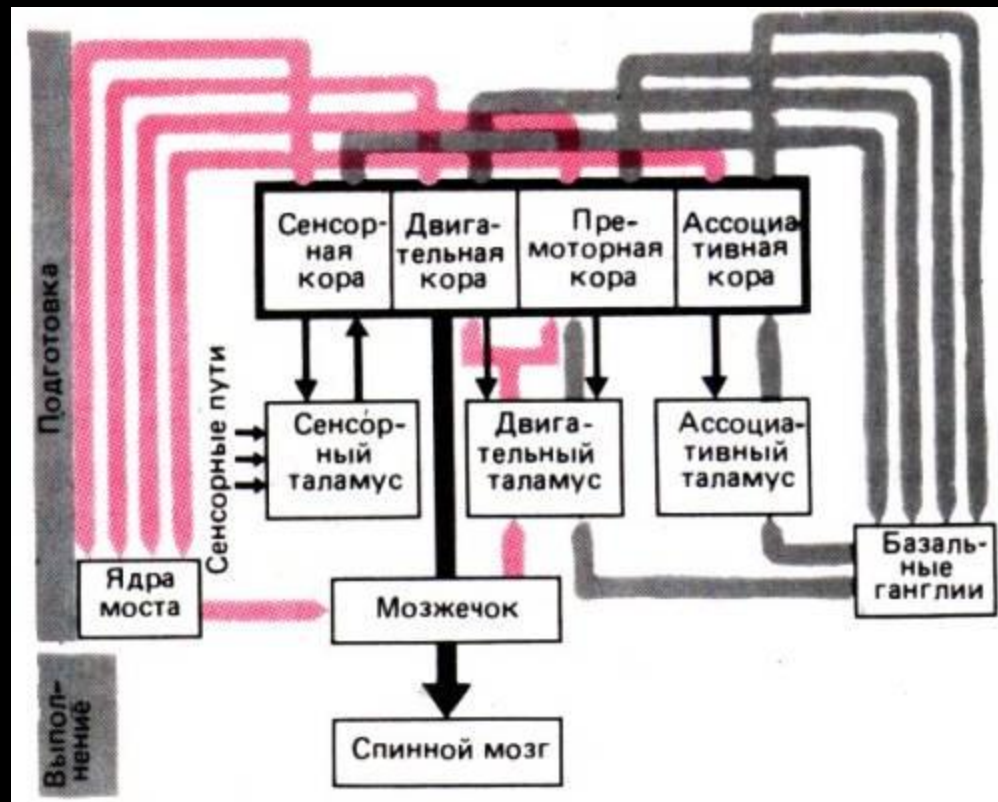
Главное: одновременная синергия сгибателей контралатеральных руки и ноги с вовлечением ипсилатеральной ноги  
 Кроме того: вращение головы, глаза, туловища в противоположную сторону  
 Кроме того: синергия контралатеральных конечностей  
 Кроме того: поворот головы и глаз в противоположную сторону



### Схема организации двигательной системы.

В иерархическом порядке представлены связи между центрами нервной системы, участвующими в регуляции позы и движения. Для упрощения некоторые высшие двигательные центры (мозжечок, базальные ганглии, двигательный отдел таламуса) опущены





### Схема связей в двигательной системе.

Партнерство высших двигательных центров отражено размещением их на одном горизонтальном уровне. Основное внимание уделено той роли, которую играют в подготовке к движению внутренние петли, прежде всего проходящие через базальные ганглии и мозжечок

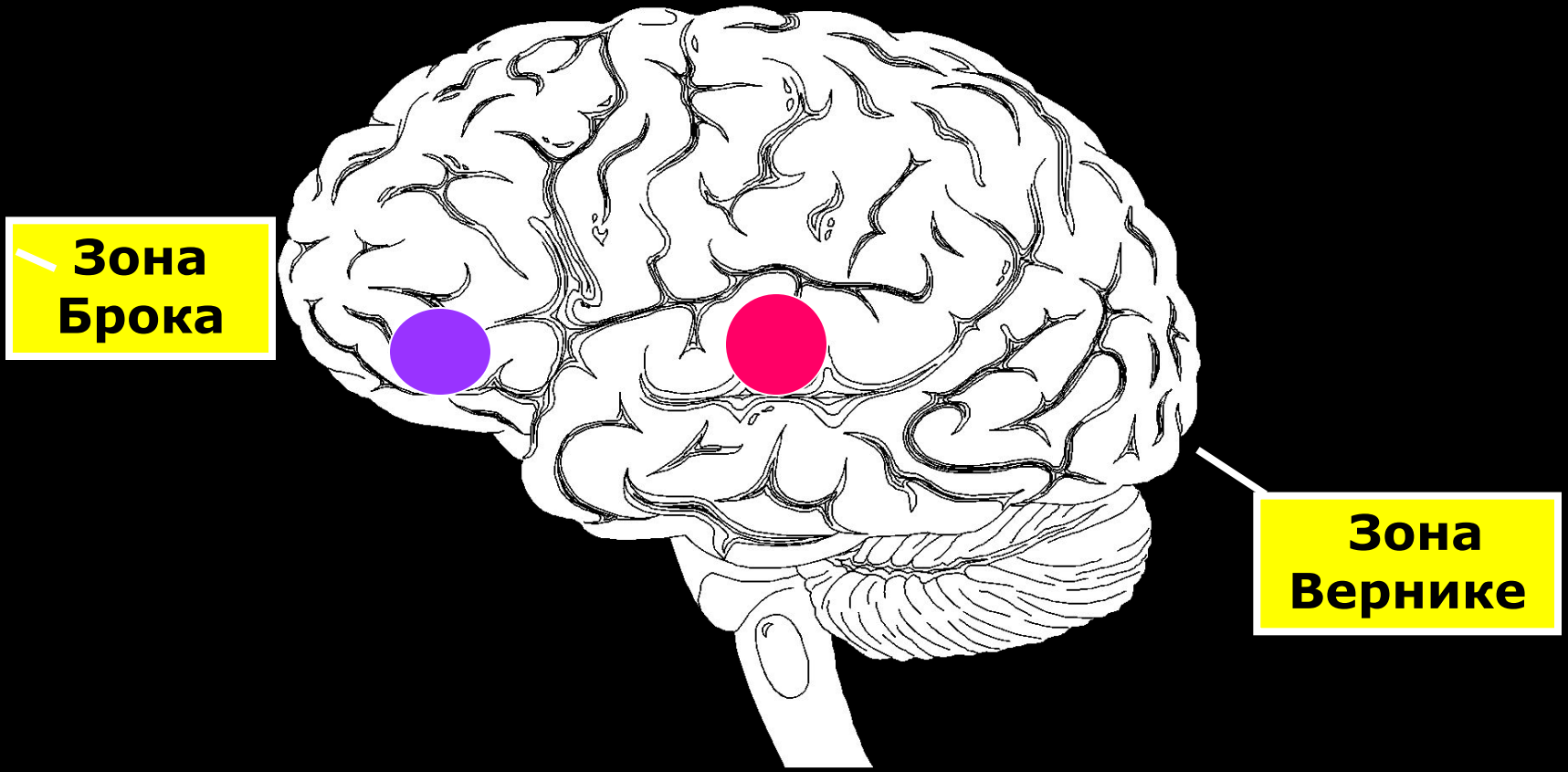


## Специализированные области.

Относятся к двигательной функции специализированных центров (например, центры формирования речи, произвольного движения глаз, вращения головы, целевого движения кисти) коры больших полушарий.

- **Центр произвольного движения глаз.** Над областью Брока располагается участок, контролирующей произвольные движения глаз. Повреждение этого участка лишает человека способности смещать глаза в направлении различных объектов.
- **Центр вращения головы** находится рядом с центром, контролирующим движения глаз, этот центр направляет голову в сторону объектов.
- **Центр целевого движения кисти** лежит впереди от первичной моторной коры. Повреждение этого центра делает движения кисти некоординированными и бессмысленными (моторная апраксия).

# Первичные речевые зоны коры



# Центр формирования речи.

Непосредственно перед первичной моторной корой выше сильвиевой борозды располагается участок коры, называемый областью **Брока**.

Повреждение этой области не лишает человека способности произносить звуки, но он теряет способность к осмысленному произнесению слов. В лучшем случае человек способен произносить слова «да» или «нет».

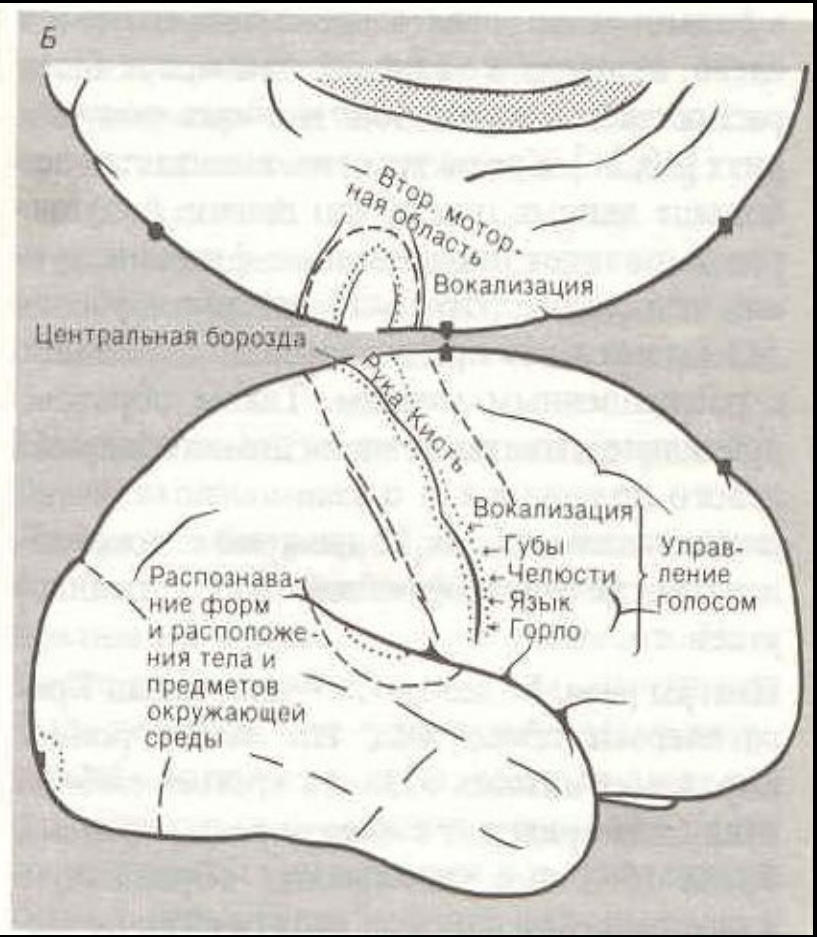
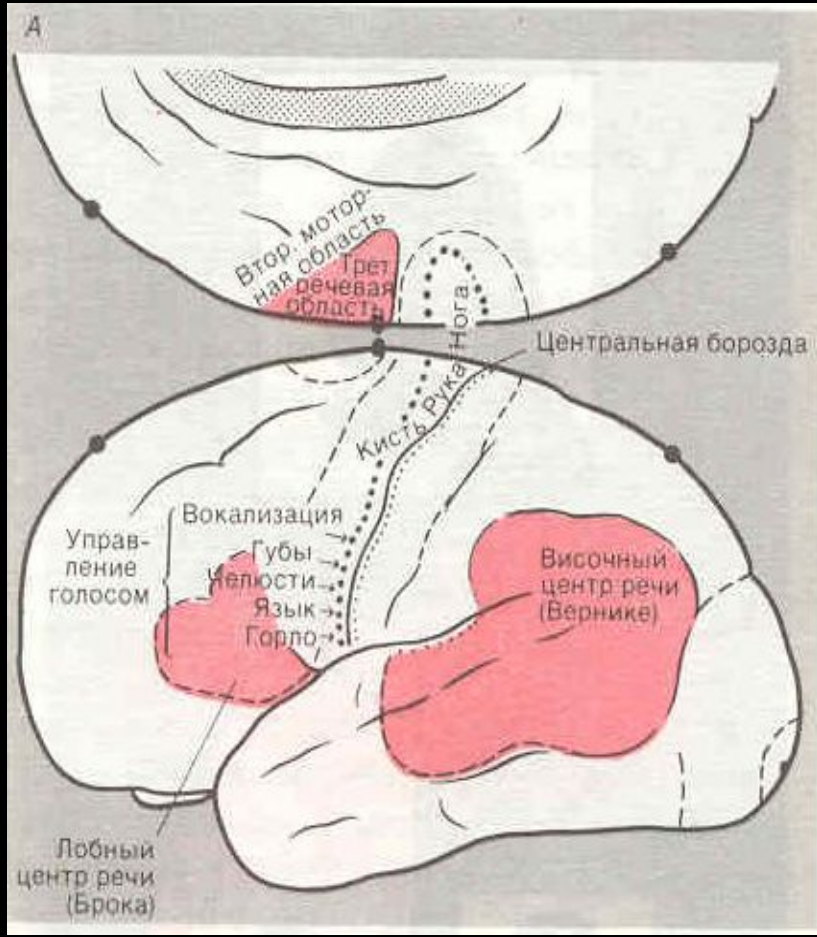
Рядом расположенные корковые области управляют дыхательной активацией голосовых связок и движениями рта и языка во время разговора. Таким образом, формирование речи нейронами премоторной области является комплексным процессом, вовлекающим в активность прилежащие области коры.

# Речевые центры

Восприятие речи — важнейшее свойство мозга человека. Появление у человека второй сигнальной системы позволило осуществлять абстрактные формы отражения окружающей действительности в виде словесных понятий и представлений, а также суждений и умозаключений (мышление и сознание). Функцию речи выполняют разные области коры, в том числе и специфические области Вернике и Брока .

**Область Вернике.** Соматическая, слуховая и зрительная ассоциативные области коры соприкасаются на границе задней трети верхней височной извилины, где смыкаются височная, теменная и затылочная доли. Этот отдел мозга особенно высоко развит в левом полушарии правшей. Он играет решающую роль в высшей функции мозга — функции понимания (или, как обычно говорят, ума). Этот отдел мозга называют по-разному (область: гностическая, понятийная, третичная ассоциативная), но он более известен как сенсорный центр речи (центр Вернике).

**Область Брока.** Область Вернике посредством дугообразного пучка соединяется с двигательным центром речи — областью Брока, расположенной в нижнем отделе третьей лобной извилины .

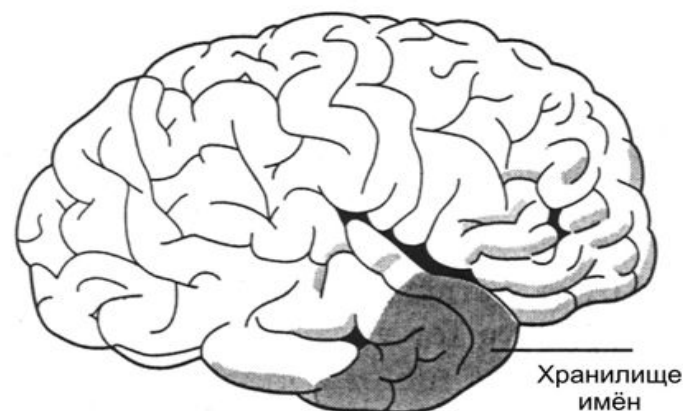
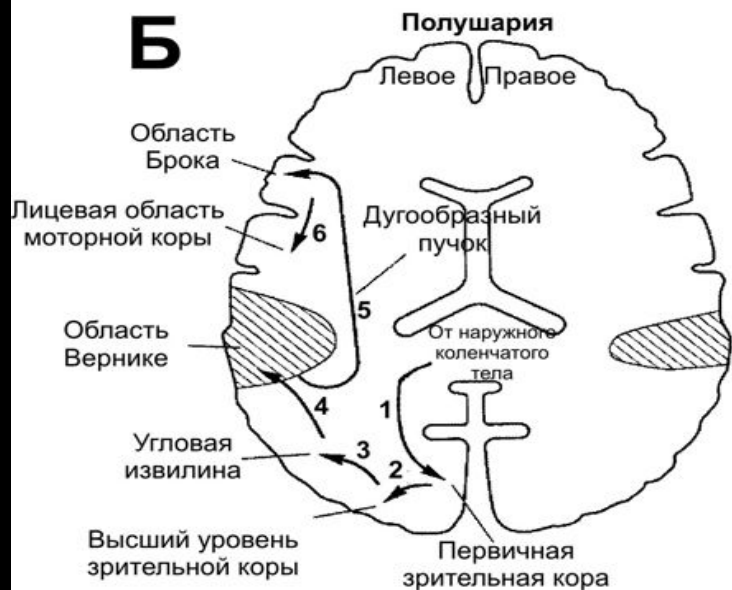
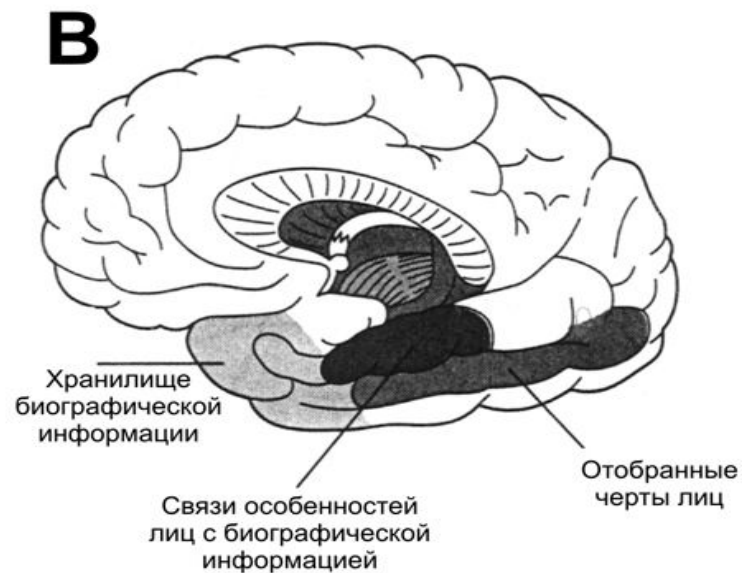
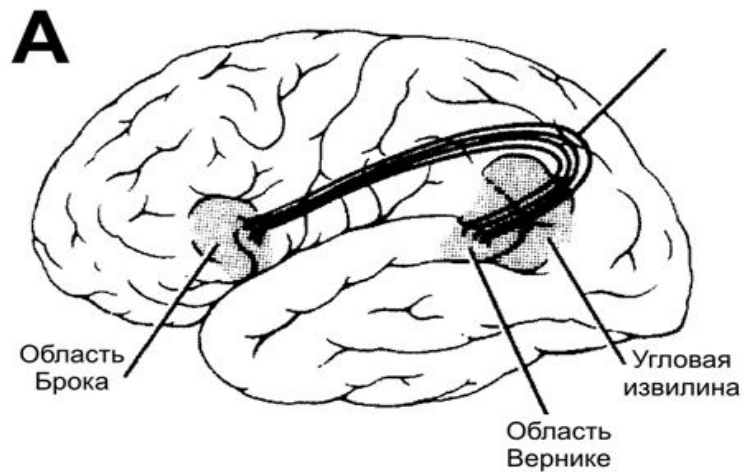


# Задняя верхняя височная доля левого полушария

**Центр Вернике.** После повреждения этой области человек может хорошо слышать и даже узнавать различные слова, но он теряет способность понимать смысл услышанного. Более того, человек может сохранять способность читать, но не понимает смысла прочитанного. Электрическая стимуляция области Вернике вызывает появление сложных картин: человек может видеть зрительные сцены и вспоминать детство, у него могут быть слуховые галлюцинации в виде специфических музыкальных пьес и даже слов знакомых людей, что подтверждает важную роль центра Вернике в понимании различных форм сенсорного опыта.

**Область Брока** детально обрабатывает информацию, полученную из области Вернике. Она координирует процесс вокализации, направляя сигналы в моторную кору, которая вызывают соответствующие движения губ, языка и гортани. Вероятные этапы передачи информации, когда человек видит и называет знакомое лицо, показаны на рисунке .

**Угловая извилина** (зрительный центр речи) обеспечивает перевод прочитанной словесной информации в акустическую форму для передачи в область Вернике. Если функция этого центра нарушена, то человек может понимать произнесённые слова. Человек видит слова и даже знает, что это за слова, но не может объяснить их значение (дислексия, или словесная слепота).



**Некоторые функции коры мозга. А.** Области левого полушария, имеющие отношение к функции речи. **Б.** Пути движения импульсов при назывании видимого объекта (горизонтальное сечение мозга). **В.** Области правого полушария правши, имеющие отношение к распознаванию лица.



# Расстройства речи.

- Нарушение понимания или продуцирования речи при отсутствии расстройств слуха или артикуляции обозначают термином **афазия**. Она возникает при поражениях левого полушария.
- Повреждение в области Брока вызывает замедление речи, затруднённое произнесение слов, а при тяжёлом повреждении области Брока речь ограничена 2–3 словами.
- Повреждение в области Вернике не изменяет произнесения слов, и индивидуумы иногда говорят очень много. Однако все, что они произносят — жаргон и неологизмы. Речь малопонятна, утрачивается понимание смысла сказанных или написанных слов (**логорея**).
- В некоторых случаях возникает афазия, когда пострадавший может говорить относительно хорошо и может понимать на слух смысл произнесённого слова, но не может соединять части слов вместе или вспоминать слова. Это **проводящая афазия**, потому что поражаются пути между зонами Вернике и Брока.
- Поражение угловой извилины в левом полушарии (области Вернике или Брока интактны) не вызывает трудностей с речью или пониманием произносимых слов, но нарушается понимание печатной речи или рисунков из-за того, что страдает обработка и передача информации в область Вернике (**безликая афазия**).

# Теменно–затылочно–височная кора правого полушария.

**Поражение области Вернике**, расположенной, как правило, в левом полушарии, приводит к потере почти всех интеллектуальных функций, связанных с речью или словесными символами: теряется способность к чтению, к осуществлению математических и логических операций, но многие способности, относящиеся к функциям височной доли и области угловой извилины противоположного полушария, остаются. Так, правое полушарие обеспечивает понимание и интерпретацию музыки, невербального и зрительного опыта, пространственных взаимоотношений между индивидуумом и его окружением, понимания «языка тела» и интонаций голоса человека, а также различного соматического опыта. Таким образом, когда говорится о «доминирующем» левом полушарии, то доминирование относится к интеллектуальным функциям, основанным на использовании речи, но правое полушарие может доминировать в других видах умственной деятельности.

# Развитие речи в онтогенезе.

У ребенка, уже научившегося говорить, поражение речевой области левого полушария приводит к полной афазии. Однако примерно через год речь восстанавливается. При этом ее центр перемещается в соответствующую зону правого полушария. Такая **передача речевого доминирования** от левого полушария к правому возможна лишь до десятилетнего возраста. После этого способность к формированию центра речи в любом из полушарий утрачивается.

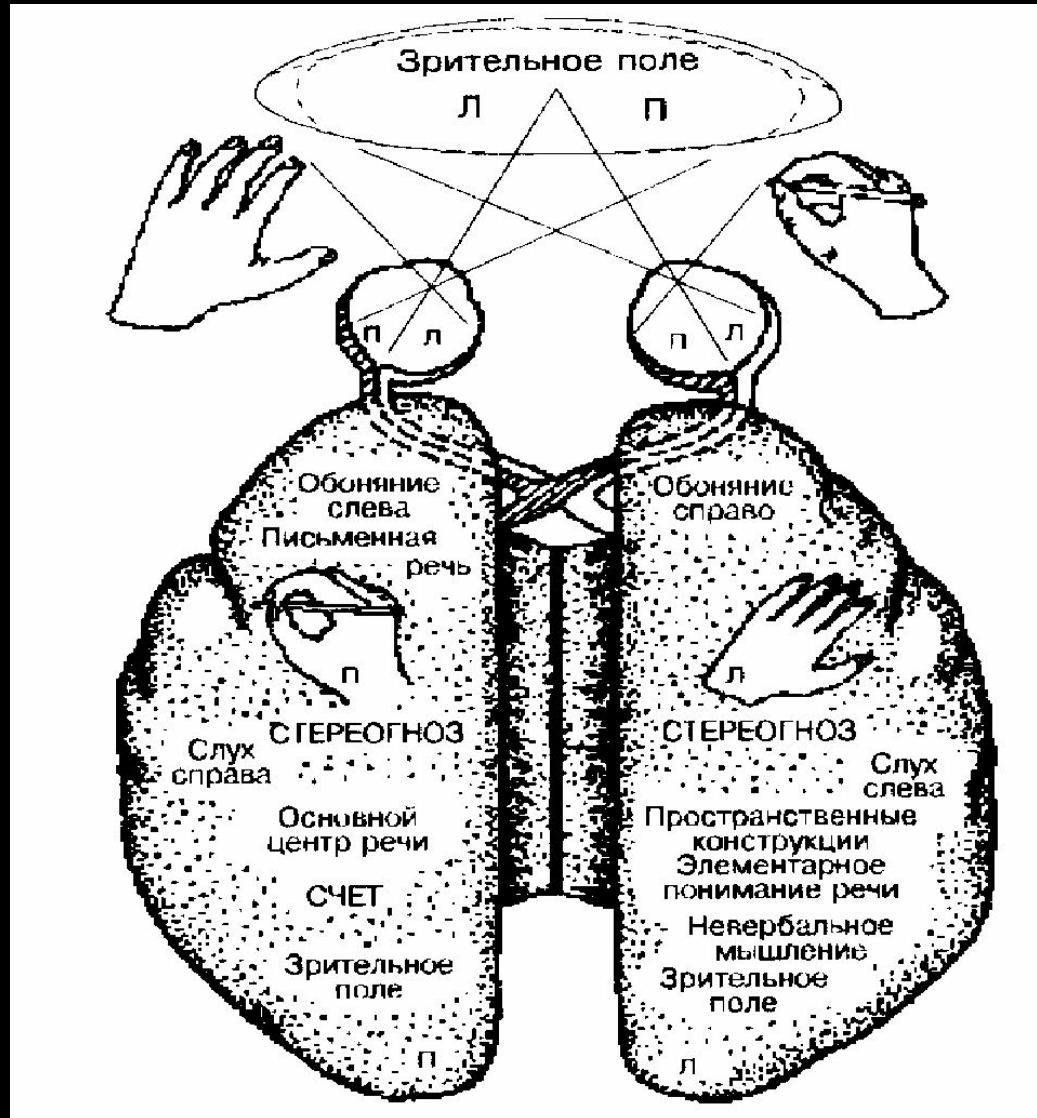
**Возможных причин здесь две:**

Во-первых, развития **базовых нейронных сетей**, необходимых для становления речи (а позже – для изучения второго языка), после десяти лет, по-видимому, уже не происходит.

Во-вторых, соответствующие области **недоминантного в отношении речи полушария** к этому возрасту уже начинают выполнять другие функции, в частности ориентации в пространстве, осознания размеров тела и его положения в окружающей среде.

Однако, пластичность головного мозга, обеспечивающая восстановление речи в детском возрасте, дается не даром. У больных, чье правое полушарие вследствие поражения левого приняло на себя, кроме указанных неречевых, еще и речевые функции, общие умственные и речевые способности ниже, чем у здоровых людей .

# Асимметрия полушарий мозга



# Межполушарные различия

## • ЛЕВОЕ ПОЛУШАРИЕ

- Словесные
- Легко различимые
- Знакомые

## • Лучше узнаются стимулы

- На временные отношения
- Установление сходства  
идентичность стимулов по  
названиям

## • Особенности восприятия

- Аналитическое восприятие
- Последовательное восприятие
- Обобщенное узнавание

## ПРАВОЕ ПОЛУШАРИЕ

- Несловесные
- Трудно различимые
- Незнакомые

## • Лучше выполняются задачи

- На пространственные отношения
- Установление различий  
идентичность стимулов по  
физическим свойствам

- Целостное восприятие
- Одновременное восприятие
- Конкретное узнавание

# СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ И ДОМИНИРОВАНИЕ ПОЛУШАРИЙ.

Считается, что асимметрия мозга формируется при созревании мозолистого тела.

Функции устной и письменной речи и их понимание в большей степени зависят от одного из полушарий мозга. Это так называемое **доминирующее полушарие**, имеющее отношение к понятиям категорий и символов. При этом другое полушарие специализировано на функциях пространственно–временных взаимоотношений: отвечает за узнавание лиц, идентификацию предметов и объектов по их форме, за распознавание музыкальных звуков.

Следовательно, концепцию «полушарного доминирования» целесообразно заменить концепцией «дополнительной специализации полушарий».

Одно полушарие служит для последовательно аналитических процессов (включая речевые функции), это левое полушарие (так называемое **категориальное полушарие**).

Другое полушарие необходимо для зрительно–пространственных взаимоотношений, это правое, так называемое **репрезентативное полушарие**.



# Цитаты

- **«Мы говорим левым полушарием»  
Поль Брока, 1865**
- **« Сознание локализуется в левом полушарии, а правое представляет собой простой автомат»  
Экклз, 1950**
- **«Мысль правого полушария - это образ, она служит основой догадки, интуиции. Эта мысль нерасчлененная, не имея языкового оформления она скрыта не только для других, но и для себя. Драма мысли и слова начинается в правом и заканчивается в левом полушарии. Пройдя этот путь, став мыслью левого полушария, она становится годной для сообщения другому и раскрывается для себя. На этом пути теряется догадка и интуиция, но появляется суждение и умозаключение, освещенное прожектором осознанности»  
Роджер Сперри, 1988**

# Дисфункции правого полушария

Повреждение правого полушария вызывает различные агнозии.

**Агнозия** — потеря способности определять объект по его сенсорным модальностям.

Например, **астереогноз** — неспособность определять геометрию объекта при его ощупывании. Поражения, вызывающие эти дефекты, локализуются в теменной доле.

Поражение правого полушария на границе теменной и затылочной долей приводит к одностороннему выпадению внимания и памяти. Субъекты с таким поражением не имеют первичных дефектов зрения, слуха или соматосенсорного восприятия, но они игнорируют сигналы, поступающие от противоположной стороны их тела и из пространства, окружающего эту половину тела. Они теряют способность ухаживать за половиной своего тела, а в исключительных случаях могут брить только половину своего лица, надевать одежду на половину своего тела и читать каждую страницу до половины.

Специализация полушарий имеет отношение к ведущей роли руки, определяемой генетически. У 96% праворуких индивидуумов (правши составляют 91% населения) левое полушарие — ведущее (категорийное). У 4% ведущим является правое полушарие.

Приблизительно у 15% леворуких индивидуумов (левши) доминирующим является правое полушарие, у 15% нет чёткой латерализации, а у 70% леворуких субъектов левое полушарие доминирующее. Нарушение способности к обучению чтению (**дислексия**) выявляется у леворуких в 12 раз чаще, чем у праворуких.

Однако, специальные таланты у леворуких в среднем выше: непропорционально большое количество артистов, музыкантов и математиков левши. По неясным причинам продолжительность жизни леворуких короче, чем правшей.

- **Анатомические различия** между двумя полушариями. Правая лобная доля в норме толще, чем левая, а левая затылочная доля шире, чем правая затылочная доля. Часть верхней поверхности левой височной доли у праворуких в норме больше, чем у леворуких.
- **Химические различия:** в путях между полосатым телом и чёрным веществом выше содержание дофамина: у правшей в левом полушарии, у левшей — в правом.

# ФУНКЦИИ ЛОБНЫХ ДОЛЕЙ

---

- 1. Управление врожденными поведенческими реакциями при помощи накопленного опыта
- 2. Согласование внешних и внутренних мотиваций поведения
- 3. Разработка стратегии поведения и программы действия
- 4. Мыслительные особенности личности

# Префронтальная ассоциативная область

- Имеет свои собственные интеллектуальные функции, что было выяснено в результате наблюдений за пациентами, перенесшими операцию префронтальной лоботомии.
- Префронтальная лоботомия приводит к утрате: способности разрешать комплексные проблемы, способности отслеживать последовательность действий при осуществлении сложной задачи, способности одновременного выполнения нескольких заданий, агрессивности и исчезновению всех амбиций, оценки адекватности поведения, включая утрату моральных и сдерживающих факторов, возможности разрешения вопросов, требующих напряжения мысли; настроение быстро изменяется от умиления к гневу, от слёз к ярости.
- Помимо того, префронтальная область способствует совершенствованию мышления, увеличивая его глубину и абстрагированность за счёт объединения разнообразной информации. Объединяя все временные элементы информации в рабочей памяти, мозг способен прогнозировать, планировать будущие действия и их последствия, выбирать лучшее решение, разрешать сложные математические, юридические или философские проблемы, контролировать деятельность в соответствии с нормами морали.

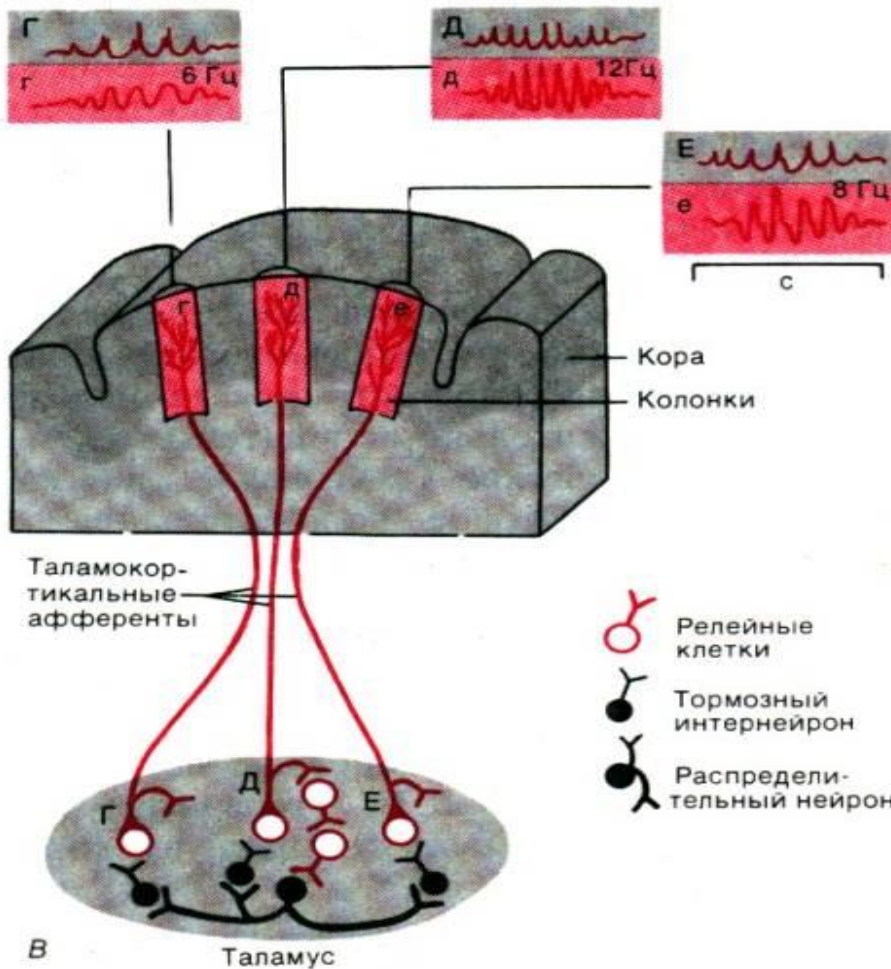
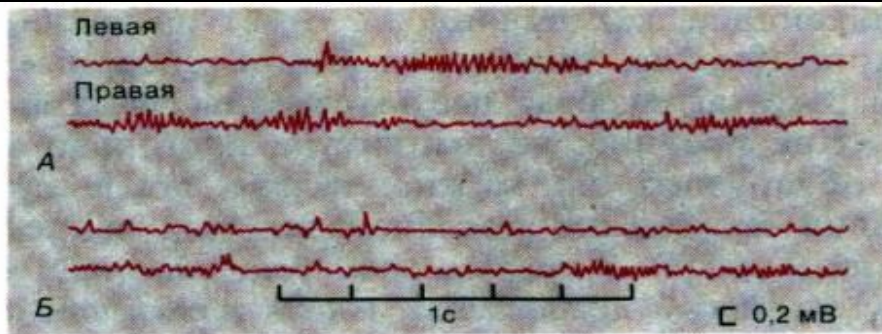
# Локализация других функций

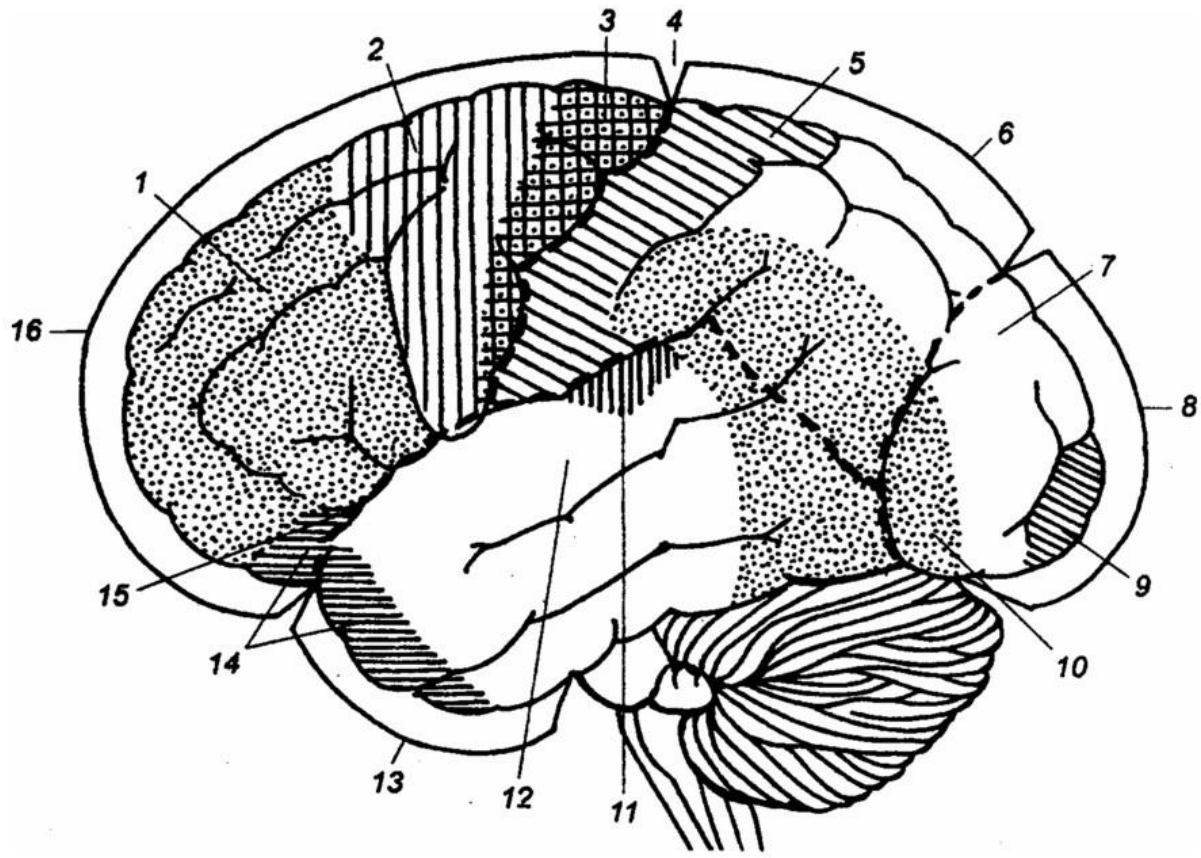
Неспособность распознавать лица (**прозопагнозия**) возникает при поражении медиальной части правой височной доли у правшей. Люди, страдающие этим заболеванием, могут узнавать формы и воспроизводить их, могут узнавать людей по их голосам, но не могут определить знакомые лица, когда видят их.



- **Связи коры. Нейронные связи внутри новой коры составляют исключительно сложную нервную сеть. Все области коры больших полушарий имеют богатые афферентно–эфферентные связи с глубокими структурами мозга. Особенно важны взаимоотношения между корой больших полушарий и таламусом.**
- Между корой больших полушарий и таламусом имеются двусторонние связи: от таламуса к коре и от коры к таламусу. Разрушение таламуса приводит к полной потере большинства функций коры. Почти все пути от сенсорных органов к коре проходят через таламус, исключая некоторые волокна обонятельной системы.
- К коре больших полушарий поступает значительное количество информации от различных источников. Соматическая, слуховая и зрительная информация поступает в первичную и вторичную сенсорные области, а также в первичную и вторичную моторные области.
- Первичная моторная кора имеет прямые связи с конкретными мышцами для инициации отдельных мышечных движений. Первичная сенсорная область оценивает зрительную, слуховую или соматическую чувствительность и передаёт информацию в соответствующие структуры мозга.
- Вторичная сенсорная область посылает сигналы в первичную сенсорную область. Премоторная область функционирует вместе с моторной корой и базальными ганглиями, создавая программы моторной активности. Вторичная сенсорная область, располагаясь вблизи от первичной сенсорной области, осуществляет анализ некоторых специфических сенсорных сигналов, таких как форма или состав материала, цвет, освещённость, направление линий, значение звуковых тонов и т.д.

# Генерирование $\alpha$ -ритма таламусом.

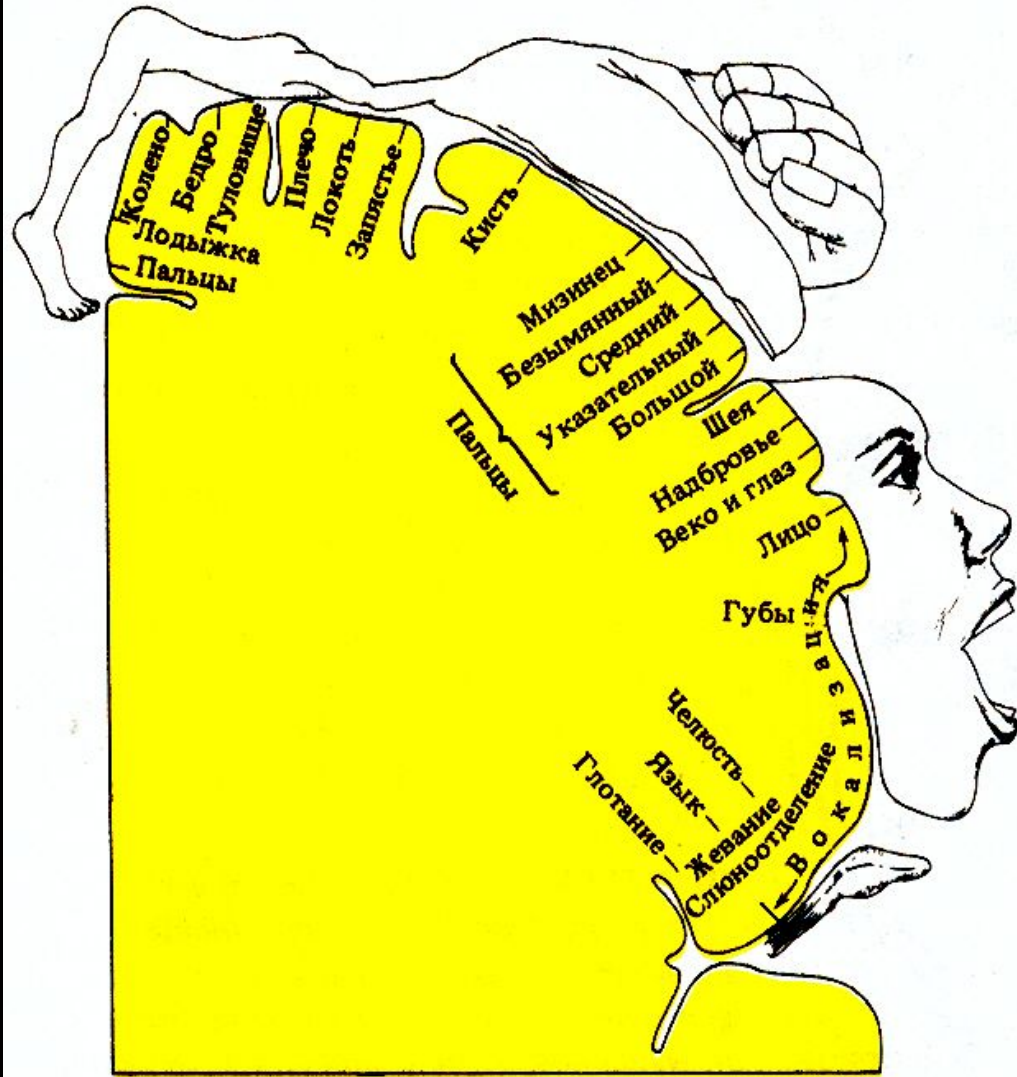




# Сенсорные входы в моторную кору

Функции моторной коры контролируются множеством сигналов из соматосенсорной коры, других сенсорных систем (в частности, зрения и слуха) и иных источников. Основные нервные пути, входящие в моторную кору:

- афферентные волокна из соматосенсорной области теменной коры, передних отделов фронтальной коры, слуховой и зрительной коры;
- афферентные волокна, проходящие через мозолистое тело из противоположного полушария мозга;
- соматосенсорные волокна, идущие непосредственно из вентро-базальных таламических ядер (тактильные сигналы и сигналы из мышц и суставов);
- нервные волокна вентролатерального и вентромедиального ядер таламуса, передающие информацию из мозжечка и базальных ядер;
- аксоны внутрипластинчатых ядер таламуса, контролирующие уровень возбудимости нейронов моторной коры.



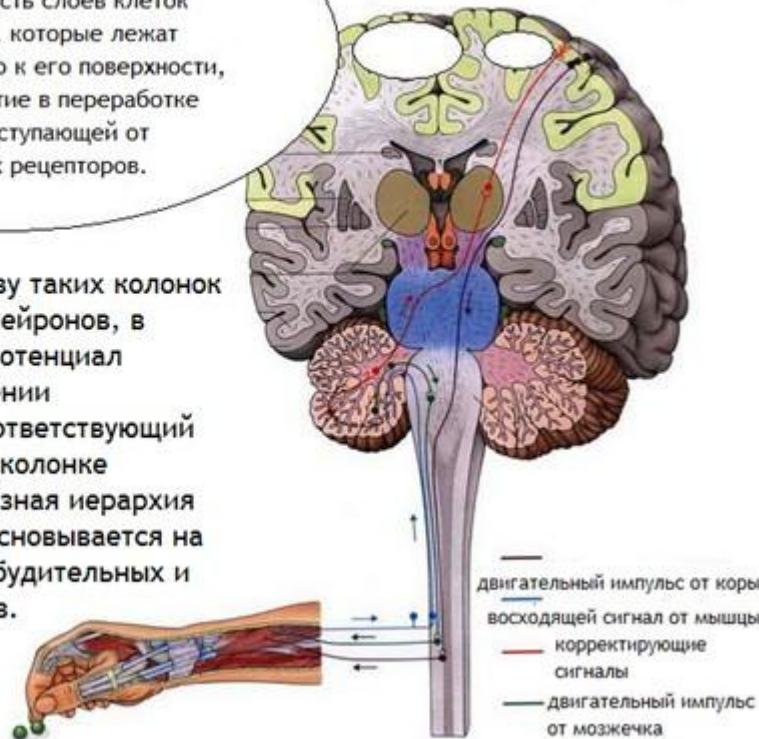
**Рис. 58.** Двигательная область коры головного мозга человека. На этой карте показаны участки двигательной коры, стимуляция которых приводит к сокращению определенных групп мышц. В частности, отдельные области, по-видимому, могут кодировать угловое положение суставов, приводимых в движение соответствующими мышцами.



## Функциональные колонки в коре

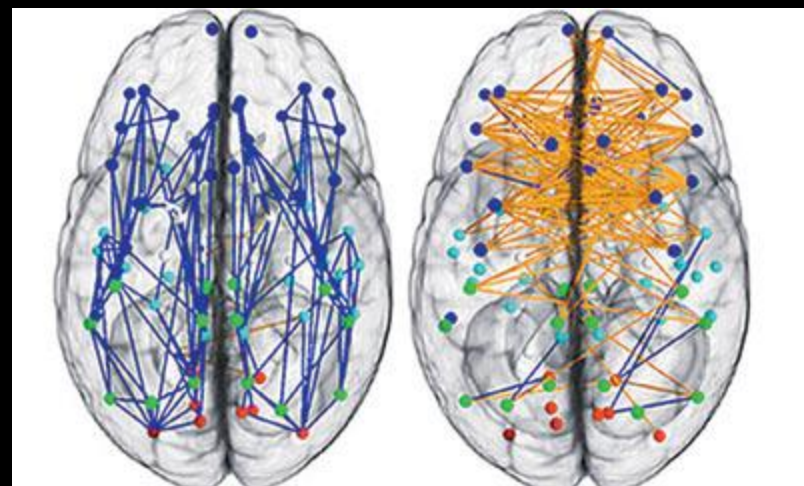
В коре большого мозга нейроны расположены по типу функциональных колонок. Все шесть слоев клеток большого мозга, которые лежат перпендикулярно к его поверхности, принимают участие в переработке информации, поступающей от периферических рецепторов.

Анатомическое основу таких колонок составляют тысячи нейронов, в которых возникает потенциал действия при нанесении раздражителя на соответствующий рецептор. В каждой колонке существует своеобразная иерархия нейронов, которая основывается на взаимодействии возбуждательных и тормозных процессов.





Слева схема соединений в мозге мужчины, справа — женщины.



Как видно на полученной схеме, у мужчин преобладают связи внутри полушарий (синий цвет), у женщин — между полушариями (оранжевый).

Связи внутри мозжечка, которые не показаны на схеме, так как мозжечок скрыт большими полушариями мозга, устроены ровно наоборот: у мужчин преобладают связи между полушариями мозжечка, у женщин — внутри полушарий.

Хорошо развитыми связями между полушариями мозжечка у мужчин объясняются ловкость и лучшая координация движений по сравнению с женщинами.

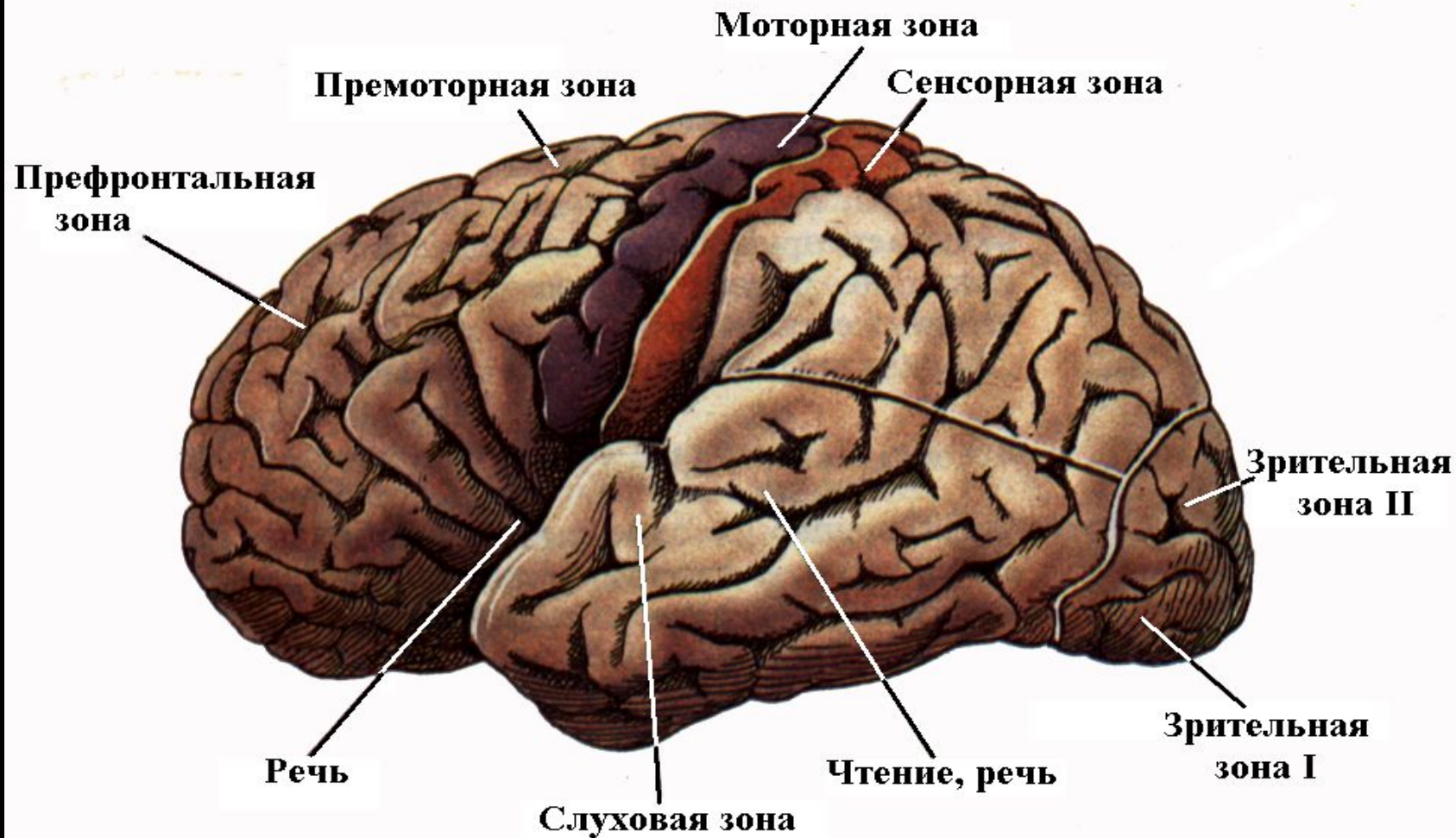
Исследование показало, что выявленные различия в основном не являются врождёнными, а развиваются с возрастом. Мозг девочек и мальчиков в возрасте от 8 до 13 лет почти одинаков, хотя уже присутствуют различия, которые в дальнейшем усилятся. Это усиление хорошо заметно в возрастных группах 13—17 и старше 17 лет.

А нейробиологи из университета Ньюкасла (Великобритания) обнаружили, что в мозге девочек связи между разными участками упорядочиваются в более раннем возрасте, чем у мальчиков. Видимо, именно поэтому в школе, как правило, отличников больше среди девочек, особенно в младших и средних классах.

Хорошо развитыми связями между полушариями мозжечка у мужчин объясняются ловкость и лучшая координация движений по сравнению с женщинами. Исследование показало, что выявленные различия в основном не являются врождёнными, а развиваются с возрастом. Мозг девочек и мальчиков в возрасте от 8 до 13 лет почти одинаков, хотя уже присутствуют различия, которые в дальнейшем усилятся. Это усиление хорошо заметно в возрастных группах 13—17 и старше 17 лет.

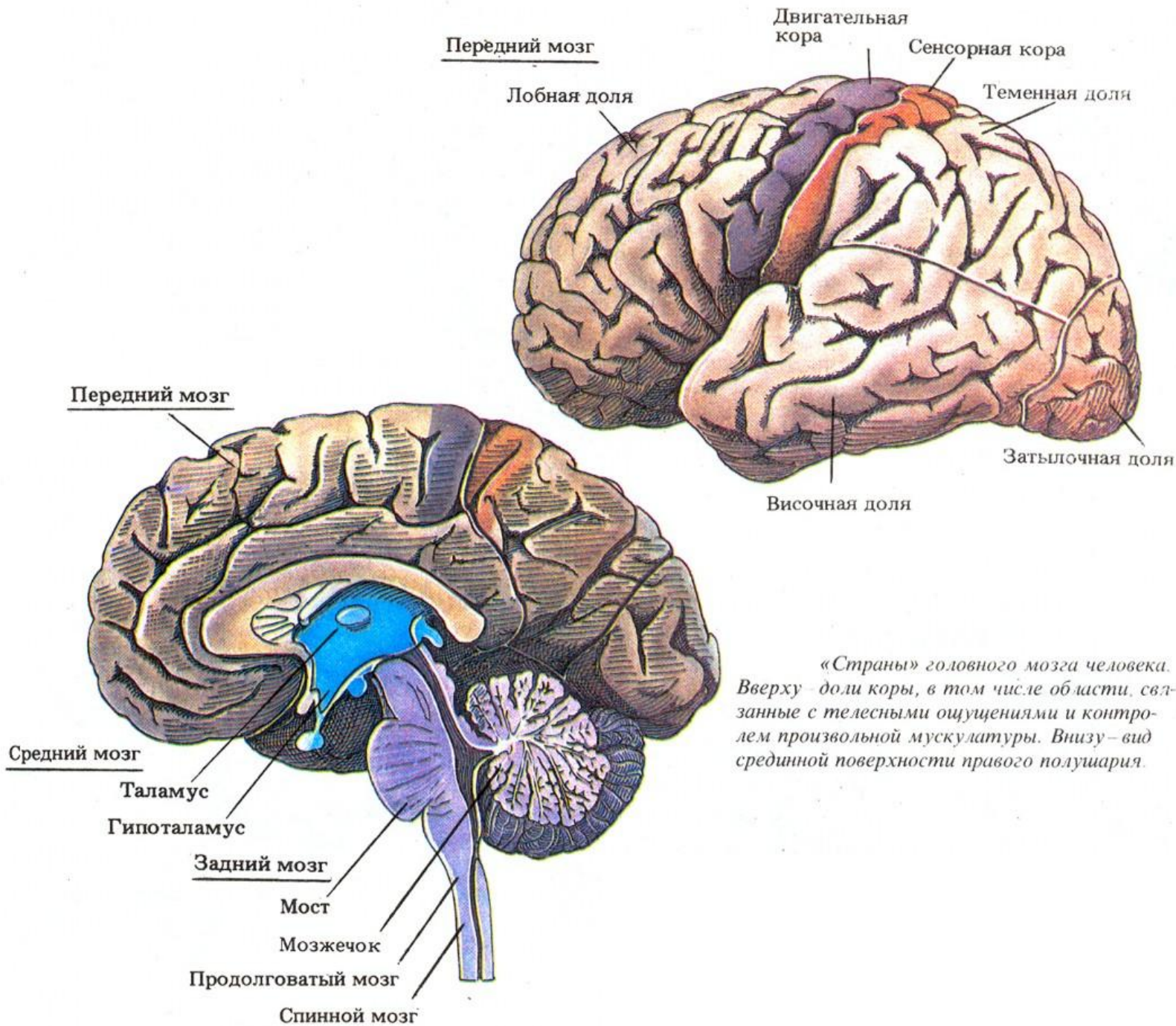
А нейрофизиологи из университета Ньюкасла (Великобритания) обнаружили, что в мозге девочек связи между разными участками упорядочиваются в более раннем возрасте, чем у мальчиков. Видимо, именно поэтому в школе, как правило, отличников больше среди девочек, особенно в младших и средних классах.

# Основные зоны коры мозга









*«Страны» головного мозга человека. Вверху – доли коры, в том числе области, связанные с телесными ощущениями и контролем произвольной мускулатуры. Внизу – вид срединной поверхности правого полушария.*

# Организация моторной коры

Моторная кора организована в вертикальные колонки диаметром около 1 мм, в каждой из которых находятся тысячи нейронов, расположенных в 6 слоях коры. Отдельная колонка действует как *функциональная единица*, стимулируя группу синергичных мышц и иногда отдельные мышцы.

Стимуляция одной пирамидной клетки не может возбудить мышцу. Чтобы вызвать мышечное сокращение обычно требуется одновременное возбуждение от 50 до 100 пирамидных нейронов. В каждой колонке имеются две группы пирамидных клеток: динамичные и статичные нейроны.

*Динамичные нейроны* кратковременно и интенсивно возбуждаются в начале сокращения, вызывая начальное быстрое нарастание силы сокращения.

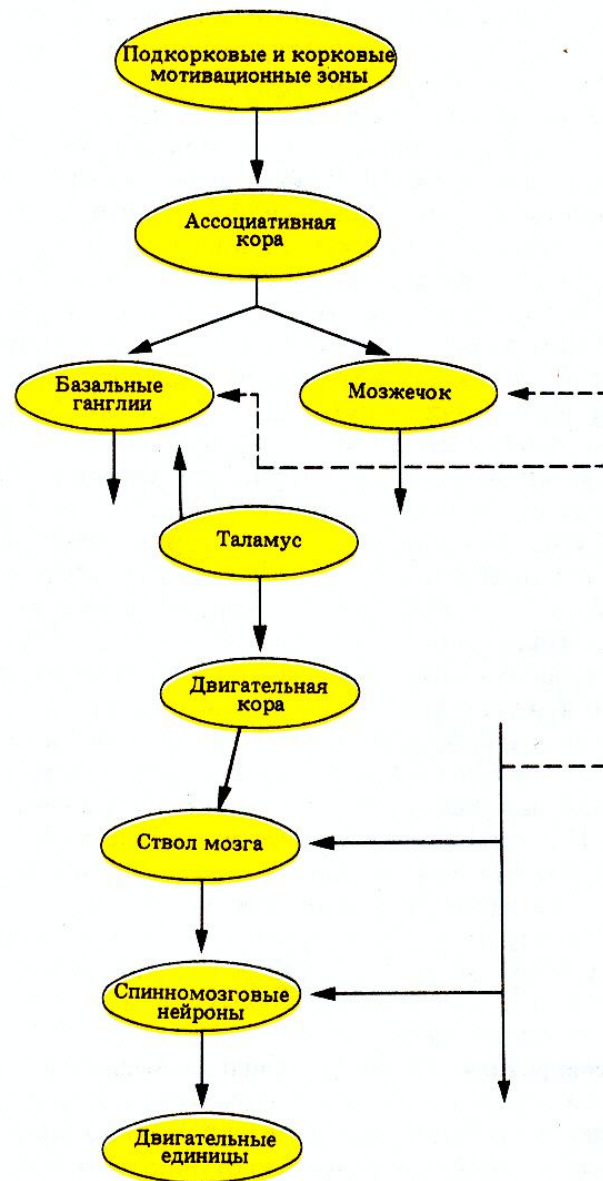
Затем возбуждаются *статичные нейроны*, они продолжают удерживать силу сокращения в течение всего периода сокращения.

# Связи моторной коры с глубокими структурами

## ГОЛОВНОГО МОЗГА

- От моторной коры отходит большое количество тонких нервных волокон к глубоким структурам мозга и мозгового ствола (корково-ядерные волокна). От этих ядер сигналы по множеству путей поступают к другим ядрам стволовой части мозга, мозжечку и к спинному мозгу, в том числе:
  - К хвостатому ядру и скорлупе, а от них в мозговой ствол и спинной мозг.
  - К красному ядру и далее к спинному мозгу (красноядерно–спинномозговой путь).
  - К ретикулярной формации и вестибулярным ядрам мозгового ствола и далее к спинному мозгу (через бульборетикуло–спинномозговые и преддверно–спинномозговые пути) и мозжечку (в составе ретикуломозжечкового и вестибуломозжечкового трактов).
  - К ядрам моста, откуда мостомозжечковые пути и мосторетикуло–спинномозговые пути проводят сигналы к полушариям мозжечка и спинному мозгу.
  - К ядрам нижней оливы и оттуда по оливомозжечковым волокнам к центральным областям мозжечка.
  - Аксоны гигантских клеток Беца посылают короткие возвратные коллатерали к участкам коры, прилежащим к гигантским пирамидным клеткам. Эти коллатерали оказывают тормозящее влияние на соседние с клетками Беца нейроны в момент разряда гигантских клеток с целью усиления и выделения их сигналов.
- ***Таким образом, для координации мышечной активности базальные ядра, мозговой ствол и мозжечок постоянно получают сигналы из моторной коры и передают их в спинной мозг.***





**Рис. 56.** Основные компоненты двигательной системы. Участки пирамидного тракта соединены иерархическим способом: двигательная кора → спинной мозг → мышечный эффектор. Показаны также области параллельной активности, лежащие за пределами пирамидного тракта, и мозжечковые компоненты двигательной системы.

# 1. Кортикоспинальный и 2. Руброспинальный пути

1. Произвольные движения
2. Сложные непроизвольные движения (больше развит у низших млекопитающих)

