

ФИЗИОЛОГИЯ
центральной нервной
системы
Головной мозг

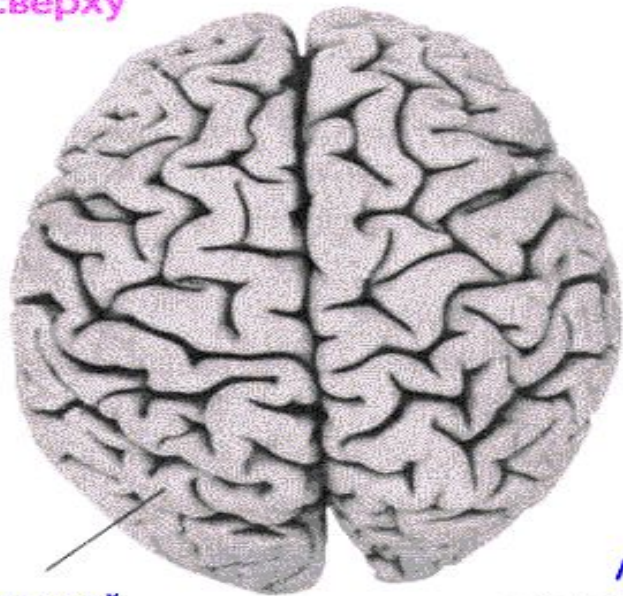
к.м.н. Супрун
Станислав Александрович

Головной мозг

В функциональном отношении мозг можно разделить на несколько отделов:

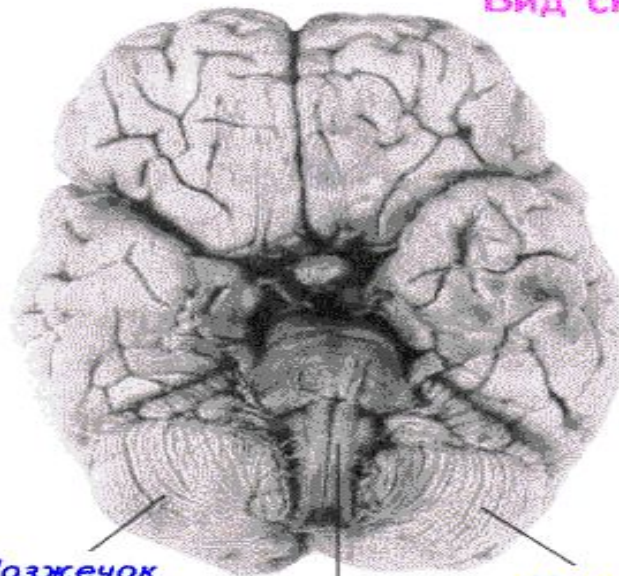
- ▶ передний мозг (конечный мозг и промежуточный мозг)
- ▶ средний мозг
- ▶ задний мозг (мозжечок и варолиев мост)
- ▶ продолговатый мозг
- ▶ Продолговатый мозг, варолиев мост и средний мозг вместе - ствол головного мозга.

Вид сверху



Большой
мозг

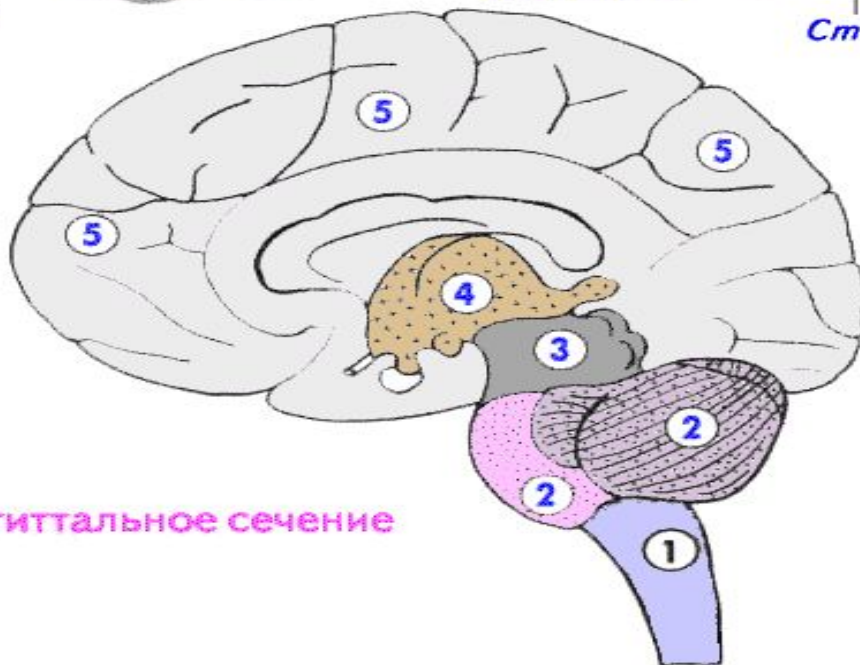
Вид снизу



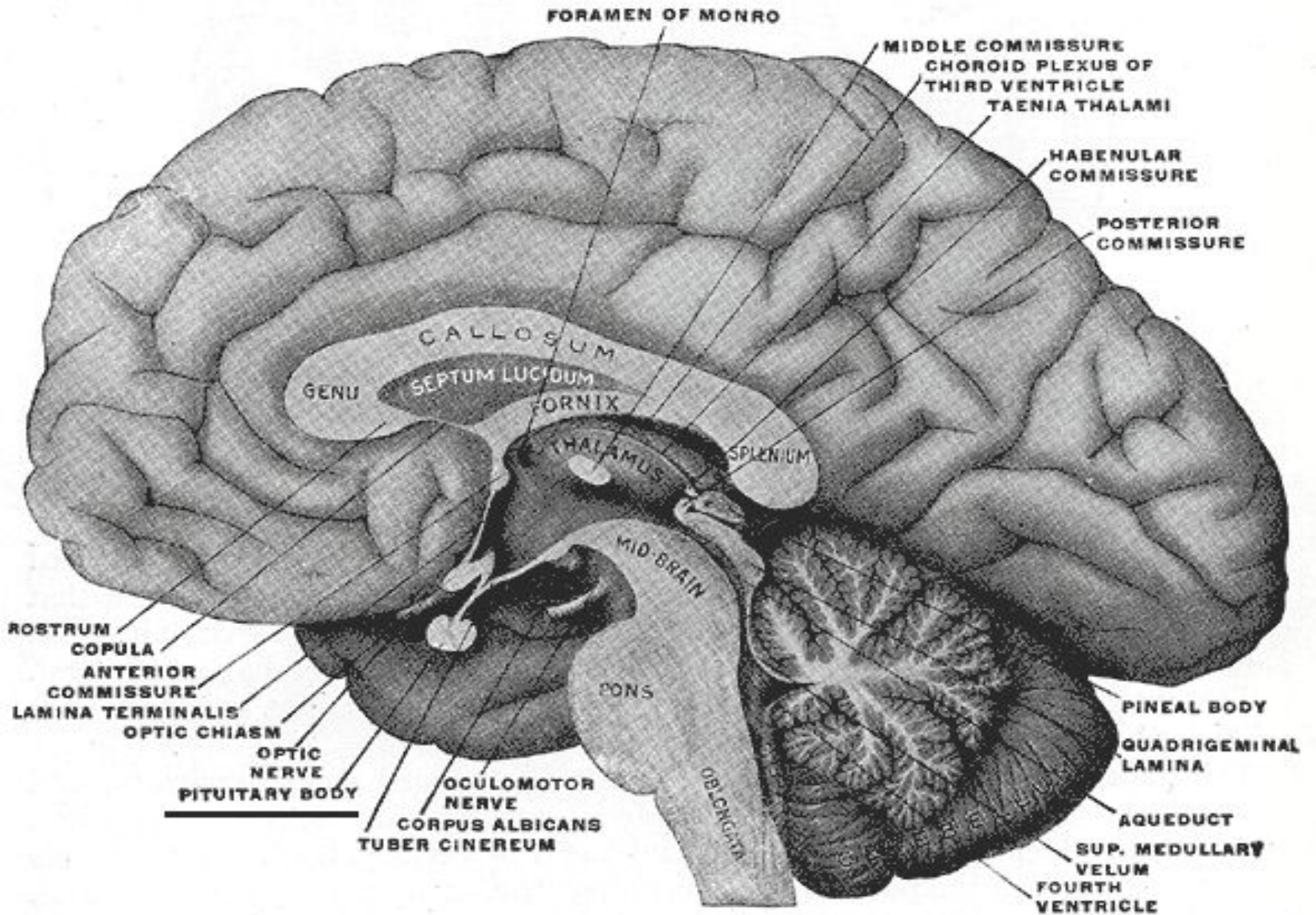
Мозжечок

Ствол

Мозжечок



Сагиттальное сечение

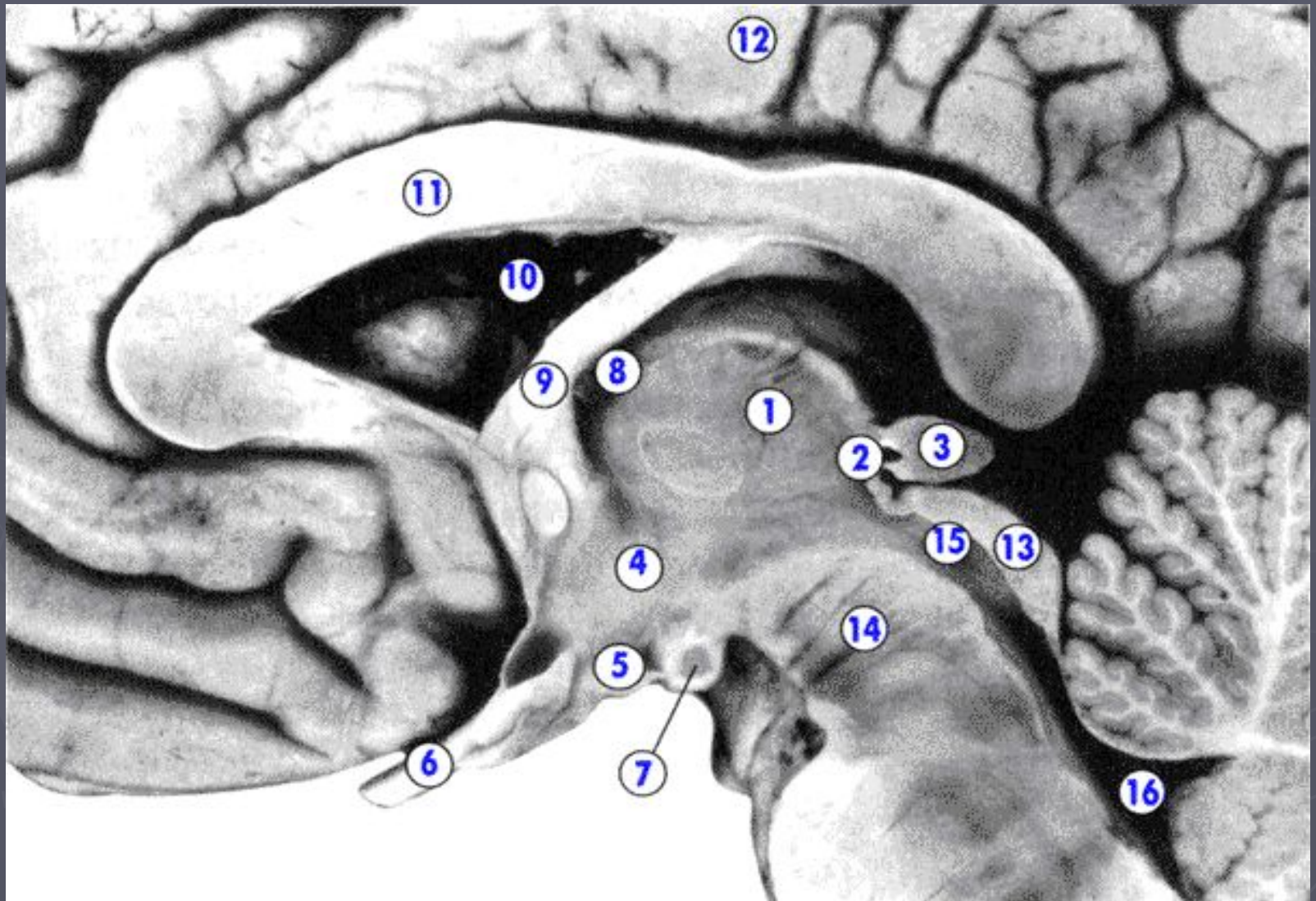


Промежуточный мозг

- ▶ задний отдел переднего мозга
- ▶ расположен под мозолистым телом
- ▶ Включает:
 - таламус
 - эпиталамус
 - метаталамус
 - гипоталамус
- + подкорковые ядра обонятельного анализатора

Промежуточный мозг

- ▶ Эпиталамус включает эпифиз (шишковидное тело), являющийся железой внутренней секреции.
- ▶ Его гормоны влияют на развитие половых желез, тормозя их деятельность.



Эпифиз

- ▶ по форме напоминает сосновую шишку, (греч. epiрhysis – шишка, нарост)
- ▶ Шишковидная форма - импульсный рост и васкуляризация капиллярной сети, которая вырастает в эпифизарные сегменты по мере роста.
- ▶ По строению и функции эпифиз относится к железам внутренней секреции

Эпифиз

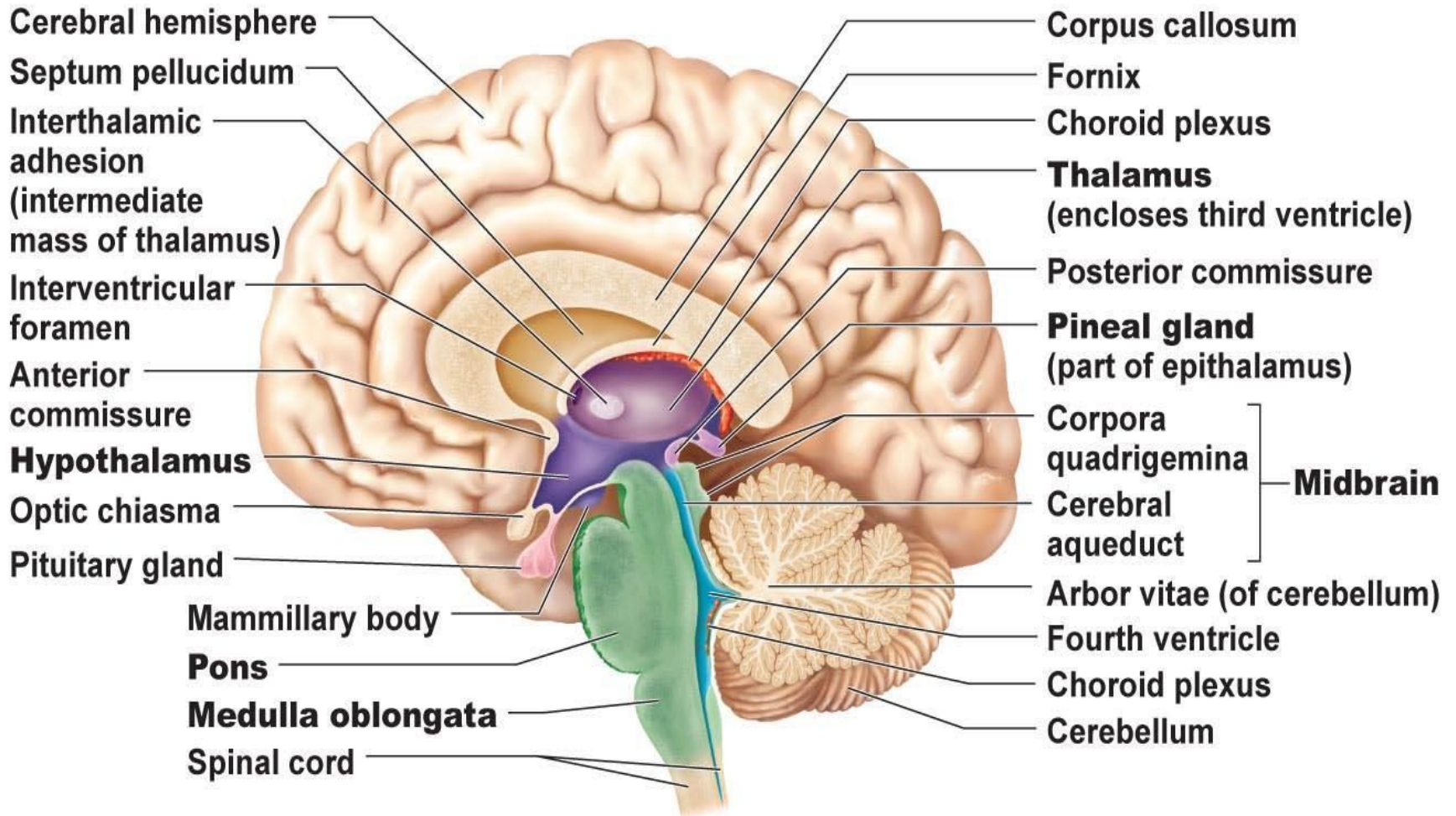
- ▶ клетки выделяют вещества, тормозящие деятельность гипофиза до момента полового созревания,
- ▶ участвуют в тонкой регуляции почти всех видов обмена веществ.
- ▶ эпифизарная недостаточность в детском возрасте - быстрый рост скелета с преждевременным и преувеличенным развитием половых желез и развитием вторичных половых признаков .

Эпифиз

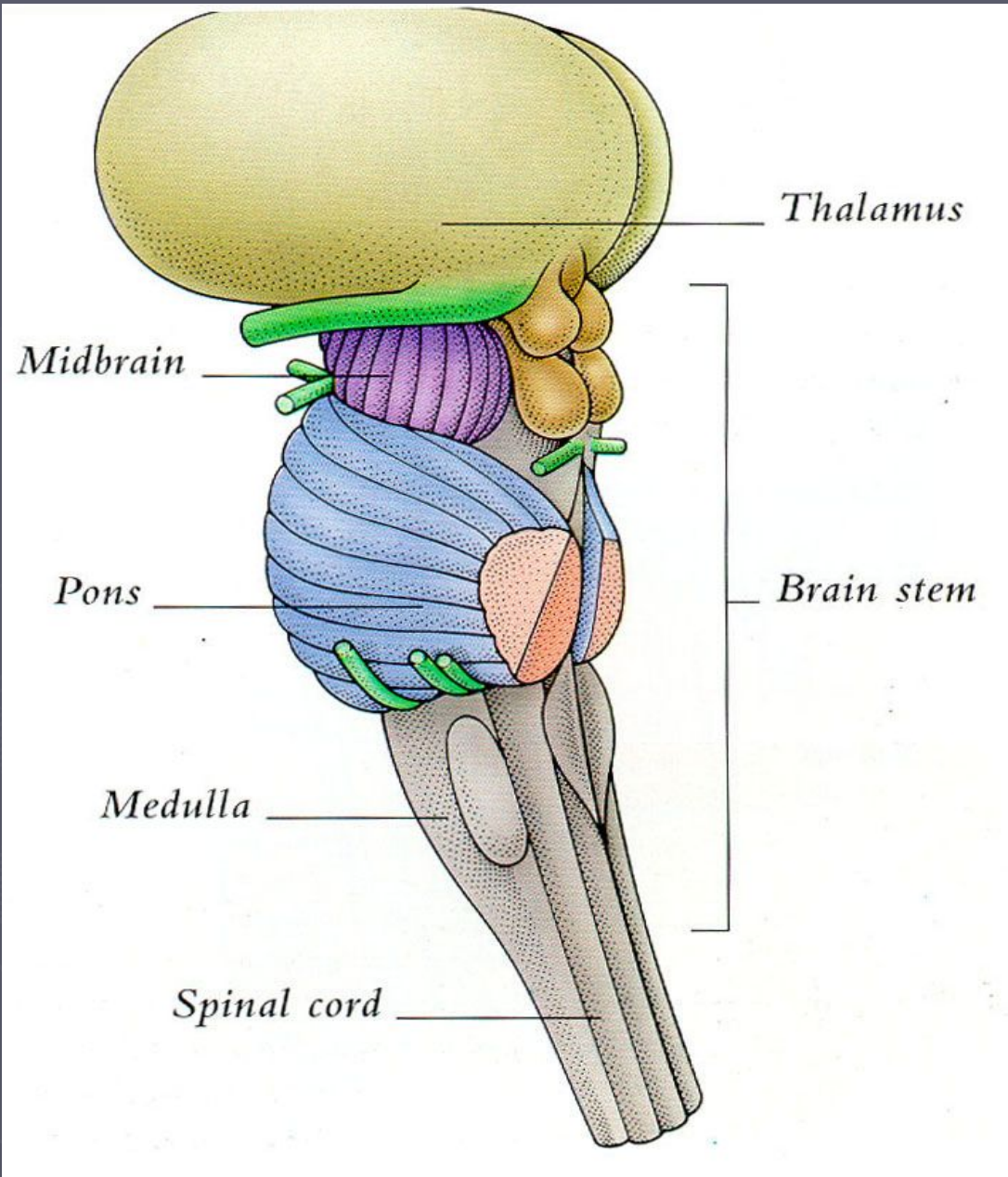
- ▶ регулятор циркадных ритмов, т.к. опосредованно связан со зрительной системой.
- ▶ под влиянием солнечного света в дневное время в эпифизе вырабатывается серотонин, а в ночное время - мелатонин
- ▶ мелатонин – препятствует выработке гипофизом гормона роста

Таламус

- ▶ таламус (зрительный бугор) - парный орган, образованный главным образом серым веществом.
- ▶ несколько десятков ядер, которые получают информацию от всех органов чувств и передают ее в кору головного мозга.
- ▶ подкорковый центр всех видов чувствительности



(a)



Таламус

- ▶ связан с лимбической системой, ретикулярной формацией, гипоталамусом, мозжечком, базальными ганглиями.
- ▶ таламус - парное образование: существует дорсальный таламус и вентральный таламус.
- ▶ Между таламусами находится полость III желудочка.

Таламус

- ▶ В таламусе оканчиваются аксоны сенсорных нейронов , несущих импульсы в кору г.м.
- ▶ анализируется характер и происхождение этих импульсов
- ▶ они передаются в соответствующие сенсорные зоны коры г.м.
- ▶ Таламус - перерабатывающий, интегрирующий и переключающий центр для всей сенсорной информации.

Таламус

- ▶ модифицируется информация, поступающая из определенных зон коры
- ▶ участие в ощущении боли и удовольствия
- ▶ начинается область ретикулярной формации, которая имеет отношение к регуляции двигательной активности

Таламус

- ▶ фильтрует информацию, поступающую от всех рецепторов
- ▶ осуществляет ее предварительную обработку
- ▶ направляет ее в различные области коры
- ▶ осуществляет связи между корой, с одной стороны, и мозжечком и базальными ганглиями с другой.
- ▶ Через таламус сознание контролирует автоматические движения.

Таламус

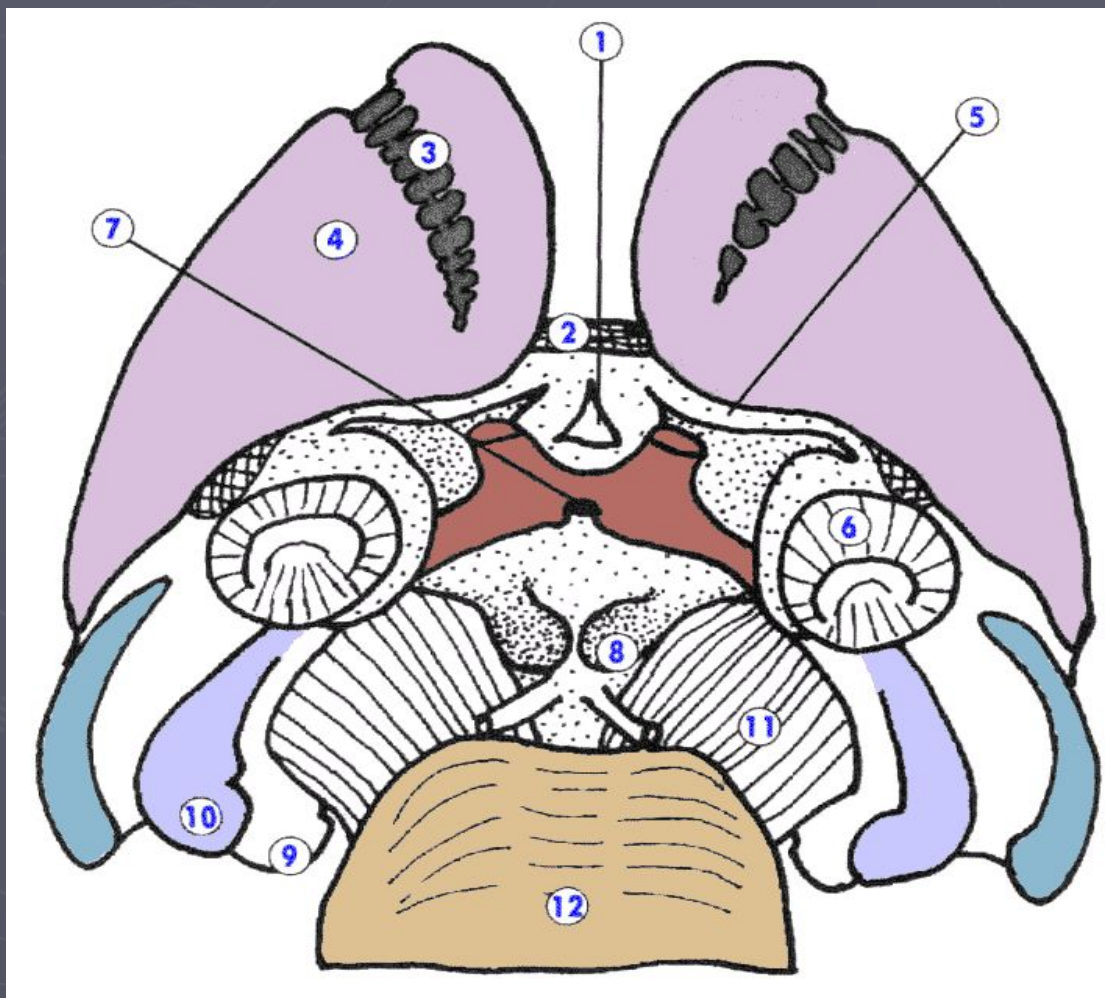
- ▶ возбудимость нейронов Т зависит от стадии цикла "сон-бодрствование" и меняется при анестезии .
- ▶ Во время дремоты или барбитуратной анестезии таламические нейроны проявляют тенденцию к индукции попеременных последовательностей возбуждающих и тормозных постсинаптических потенциалов.
- ▶ Перемежающиеся разряды, в свою очередь, вызывают периодическую активность нейронов коры мозга. На ЭЭГ - альфа-ритм или залп сонных веретен.

Метаталамус

Образован парными:

- ▶ медиальным коленчатым телом
- ▶ латеральным коленчатым телом, лежащими позади каждого зрительного бугра

1 - терминальная пластинка (*lamina terminalis*) ; 2 - передняя комиссура (*commissure anterior*) ; 3 - ножка внутренней капсулы (*crus anterius capsulae передняя internaе*); 4 - скорлупа (*putamen*) ; 5 - крючок гиппокампа (морского конька) (*uncus hippocampi*) ; 6 - миндалевидное тело (*corpus amygdaloideum*) ; 7 - воронка (*infundibulum*); 8 - сосцевидное тело (*corpus mamillare*) . Коленчатые тела (*corpus geniculatum*) : 9 - медиальное (*medialis*); 10 - латеральное (*lateralis*); 11 - ножка мозга (*pedunculus cerebri*) ;12 - мост (*pons*) .



Метаталамус

- ▶ В латеральном коленчатом теле оканчивается большая часть латерального корешка зрительного тракта (другая часть оканчивается в подушке), поэтому вместе с подушкой и верхним холмиком крыши среднего мозга латеральное коленчатое тело является *подкорковым центром зрения.*

Метаталамус

- ▶ В медиальном коленчатом теле заканчиваются волокна ядер латеральной (слуховой) петли , поэтому медиальное коленчатое тело вместе с нижним холмиком крыши среднего мозга является *подкорковым центром слуха* .

Гипоталамус

- ▶ часть промежуточного мозга
- ▶ в основании переднего мозга под таламусом и над гипофизом
- ▶ не имеет четких границ, его можно рассматривать как часть сети нейронов , протягивающейся от среднего мозга через гипоталамус к глубинным отделам переднего мозга.

Гипоталамус

- ▶ более 30 пар ядер (30-50?)
- ▶ вырабатывают вещества, которые транспортируются в область нейрогипофиза, усиливая или тормозя секрецию ряда гормонов

Гипоталамус

- ▶ главный координирующий и регулирующий центр вегетативной нервной системы.
- ▶ К нему подходят волокна сенсорных нейронов от всех висцеральных, вкусовых и обонятельных рецепторов.
- ▶ Отсюда через продолговатый мозг и спинной мозг происходит регуляция сердечного ритма , регуляция кровяного давления , регуляция дыхания и регуляция перистальтики .

Гипоталамус

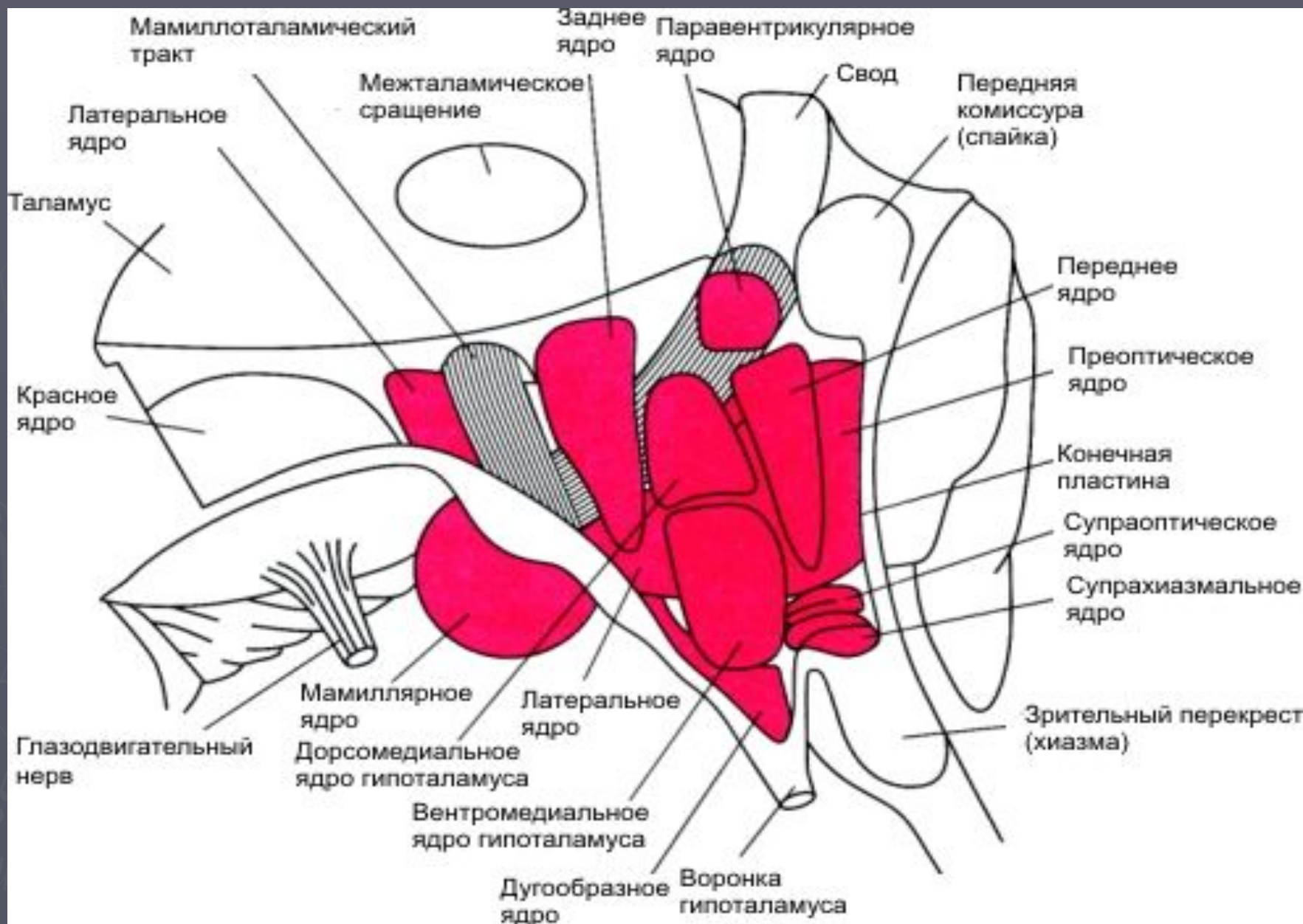
- ▶ В других участках гипоталамуса лежат специальные центры, от которых зависят голод, жажда и сон
- ▶ поведенческие реакции, связанные с агрессивностью и с размножением
- ▶ контролирует концентрацию метаболитов и температуру крови
- ▶ вместе с гипофизом регулирует секрецию большинства гормонов и поддерживает постоянство состава крови и постоянство состава тканей .

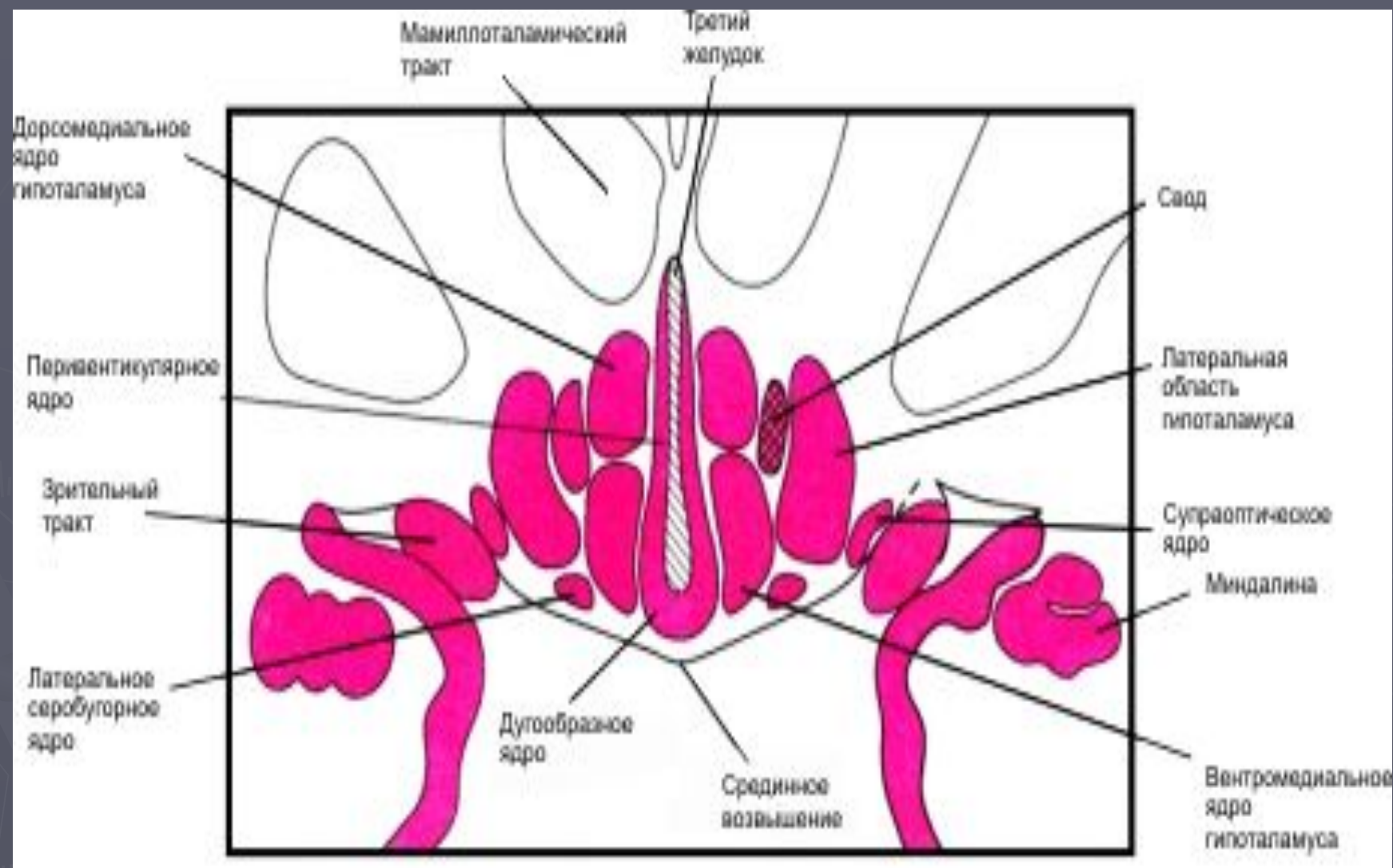
Гипоталамус

- ▶ высший центр регуляции эндокринных функций
- ▶ объединяет нервные и эндокринные регуляторные механизмы в общую нейро-эндокринную систему
- ▶ координирует нервные и гормональные механизмы регуляции функций внутренних органов
- ▶ образует с гипофизом единый функциональный комплекс, в котором играет регулирующую роль

Гипоталамус

- ▶ в передней области находятся супраоптическое ядро гипоталамуса и паравентрикулярные ядра
- ▶ продуцируют гормоны вазопрессин и окситоцин
- ▶ транспортируются к клеткам задней доли гипофиза по аксонам, составляющим гипоталамо-гипофизарный тракт.



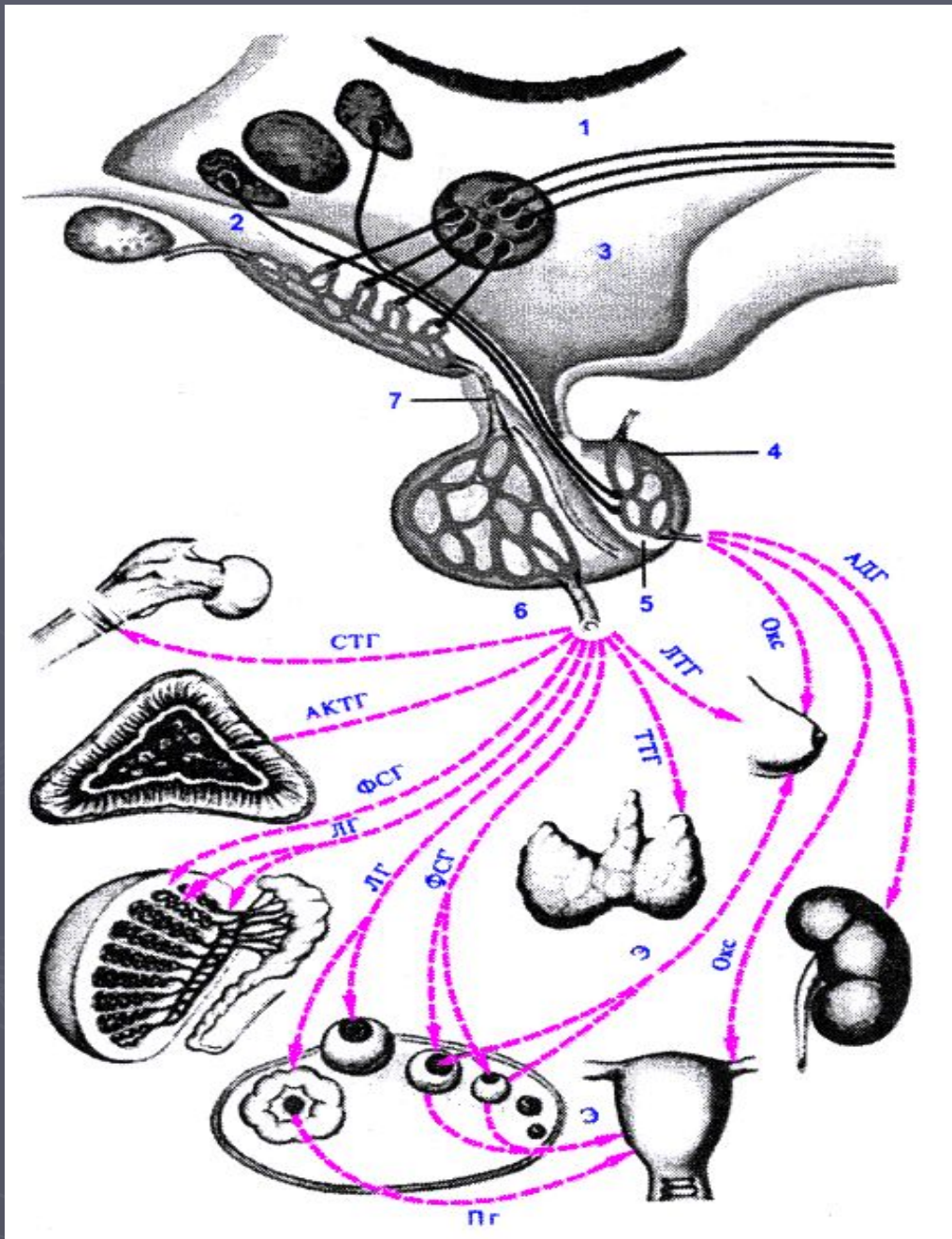


Гипоталамус

- ▶ выделяет две группы веществ, которые воздействуют на клетки передней доли гипофиза:
- ▶ *рилизинг-факторы, или либерины*, стимулируют синтез и выделение клетками передней доли гипофиза гормонов
- ▶ *статины* - тормозят синтез и выделение гормонов

Гипоталамус

- ▶ выделены обладающие морфиноподобным действием энкефалины и эндорфины.
- ▶ влияние на поведение (оборонительные, пищевые, половые реакции) и вегетативные процессы, обеспечивающие выживание человека.



Регуляция гемодинамики

- ▶ циркуляторный центр - нижние отделы ствола мозга
- ▶ получают информацию от артериальных барорецепторов, хеморецепторов и механорецепторов предсердий и желудочков сердца
- ▶ посылают сигналы к различным структурам сердечно-сосудистой системы по симпатическим и парасимпатическим эфферентным волокнам .

Регуляция гемодинамики

- ▶ Такая саморегуляция гемодинамики в свою очередь управляется высшими отделами ствола мозга, и в особенности гипоталамуса
- ▶ между гипоталамусом и циркуляторным центром продолговатого мозга и между гипоталамусом и преганглионарными вегетативными нейронами существуют нервные связи, через которые Г оказывает регулирующее влияние.

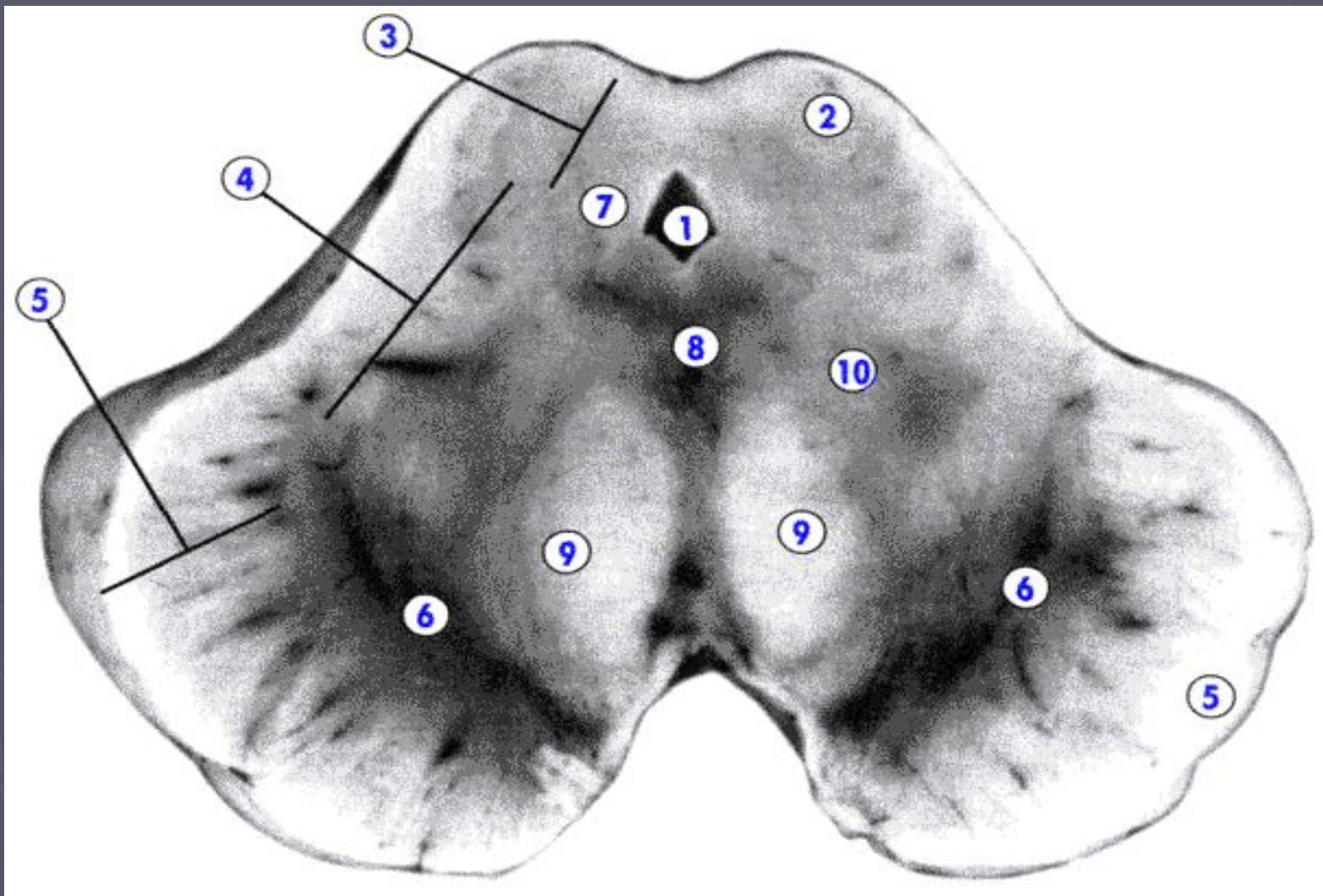
Средний мозг

- ▶ связывает два передних отдела мозга с двумя задними отделами мозга
- ▶ через эту область проходят все нервные пути головного мозга
- ▶ Условно можно разделить на 3 части:
 - ▶ крышу; покрывку среднего мозга; ножки мозга, лежащие вентрально
 - ▶ внутри проходит узкий канал - водопровод мозга, который соединяет III и IV желудочки.

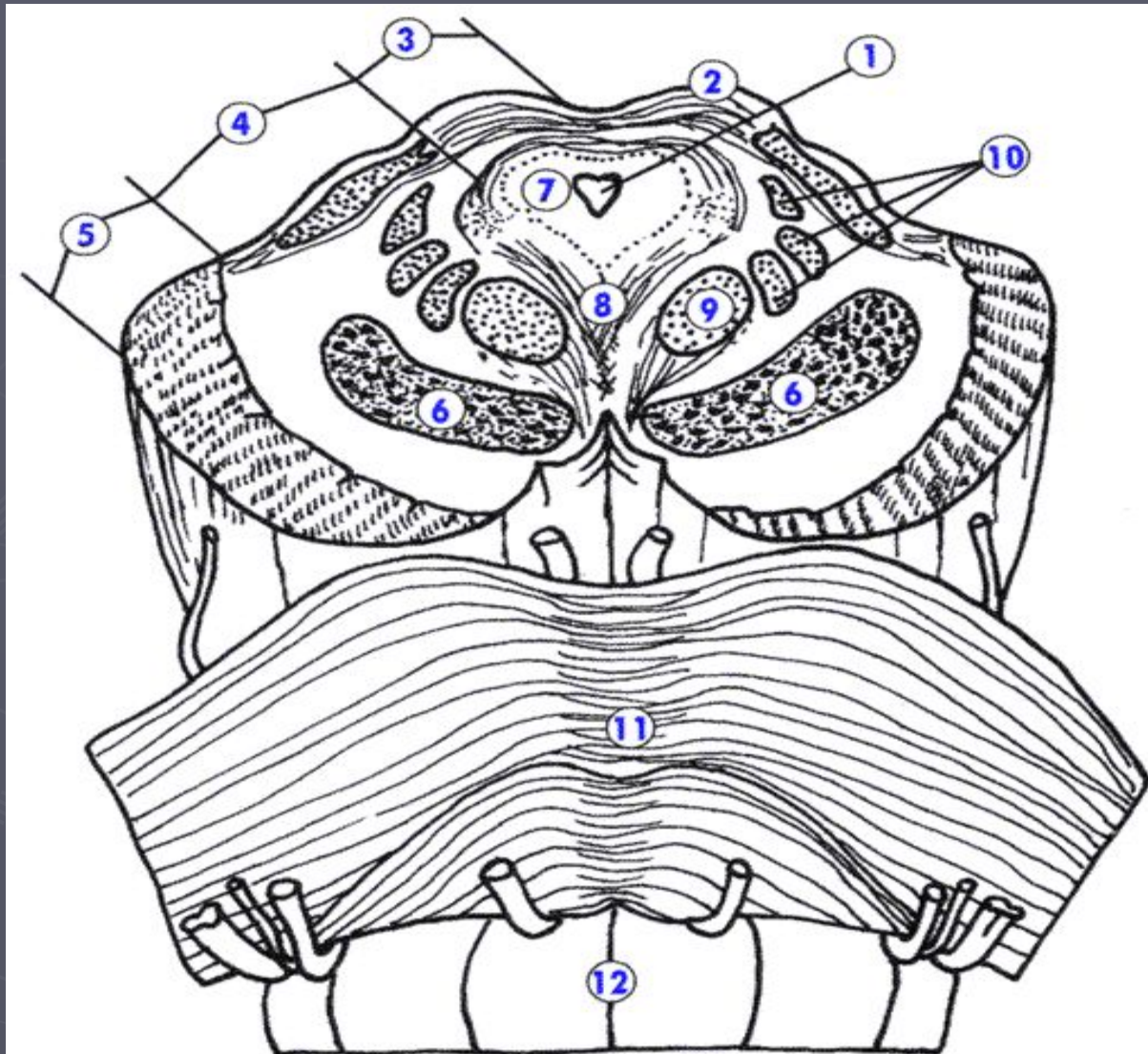
Средний мозг

- ▶ *Ножки* - нисходящие корковые двигательные пути
- ▶ *Покрышка* - сенсорные и моторные части.
- ▶ В сенсорной части - слуховые ядра латеральной петли
- ▶ В моторной части - ядра глазодвигательного и блокового нервов, а также красное ядро - интегративный центр управления конечностями .

1 - водопровод мозга (сильвиев водопровод) (aquaeductus cerebri, Sylvii); 2 - верхний холмик четверохолмия (colliculus superior); 3 - пластинка четверохолмия (lamina quadrigemina); 4 - покрывка среднего мозга (tegmentum mesencephali); 5 - ножка мозга (pedunculus cerebri); 6 - черное вещество (substantia nigra); 7 - центральное серое вещество (substantia grisea centralis); 8 - ретикулярная формация среднего мозга (formatio reticularis mesencephali); 9 - красное ядро (nucl. ruber); 10 - медиальная петля (lemniscus medialis);



1 - водопровод мозга (сильвиев водопровод) ; 2 - верхний холмик четверохолмия; 3 - пластинка четверохолмия; 4 - покрывка среднего мозга; 5 - ножка мозга; 6 - черное вещество; 7 - центральное серое вещество; 8 - ретикулярная формация среднего мозга; 9 - красное ядро; 10 - медиальная петля; 11 - мост; 12 - продолговатый мозг.



Красное ядро

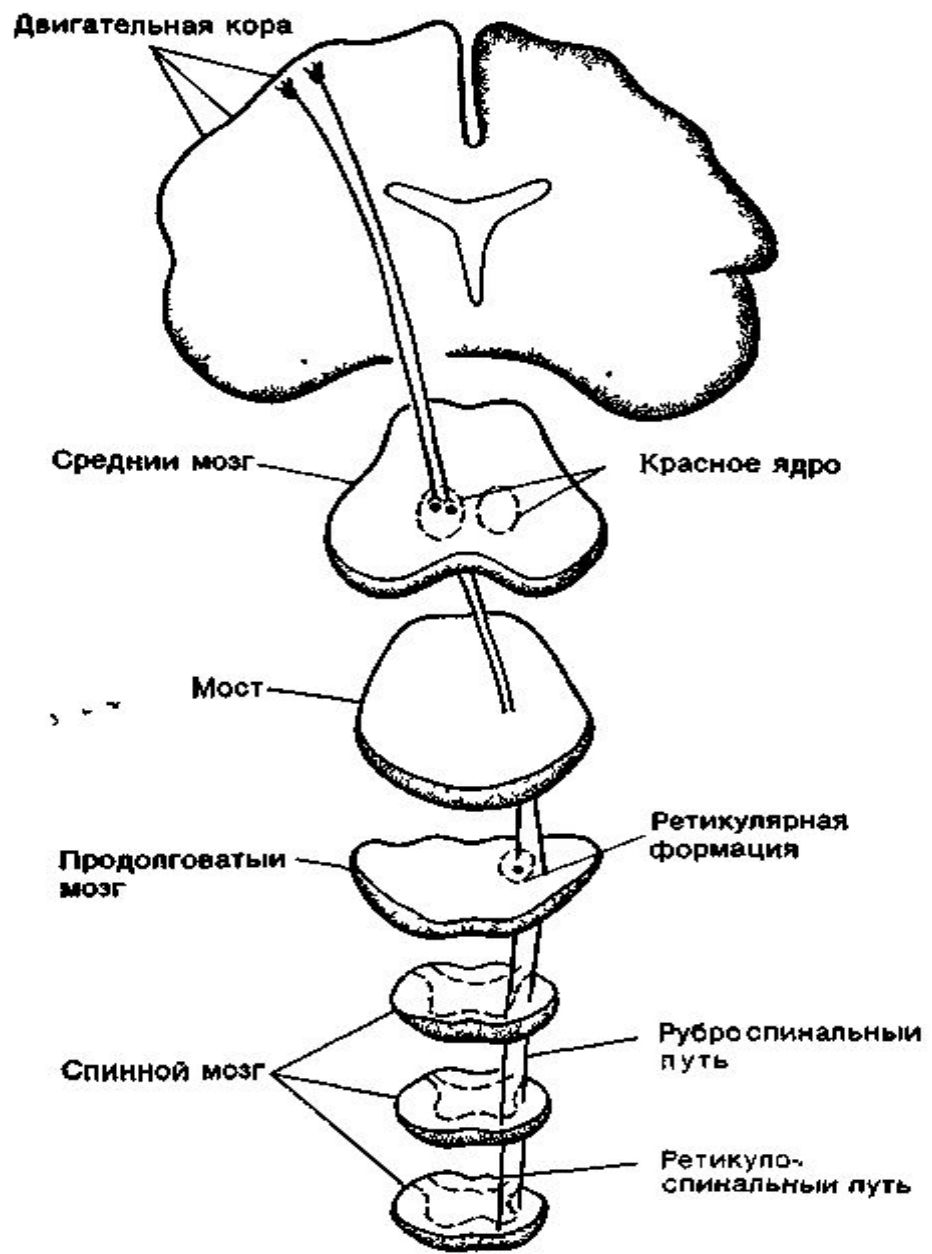
- ▶ относятся к экстрапирамидной системе - древние центры управления движениями среднего мозга (верхние холмики четверохолмия, ретикулярная формация и черное вещество)
- ▶ участвуют в регуляции мышечного тонуса и подсознательных автоматических движений

Красное ядро

- ▶ К КЯ приходят волокна от верхних ножек мозжечка и от бледного шара (базальным ядрам б.п.г.м.).
- ▶ мозжечок и экстрапирамидная система через красное ядро и влияют на всю скелетную мускулатуру, регулируя бессознательные, автоматические движения.
- ▶ От КЯ отходит красноядерно-спинномозговой путь

Красное ядро

- ▶ руброспинальный тракт - перекрещивается сразу после выхода из красного ядра и спускается в белом веществе спинного мозга
- ▶ раздражение руброспинального тракта сопровождается преимущественным возбуждением мотонейронов сгибателей



Черное вещество

- ▶ дофамин доставляется по аксонам в двигательные подкорковые ядра и моторную кору большого мозга.
- ▶ В этих зонах Д выделяется - снижение спонтанной двигательной активности
- ▶ С возрастом секреторная активность клеток ЧВ снижается, что может приводить к развитию ригидно-дрожательных параличей (болезнь Паркинсона)

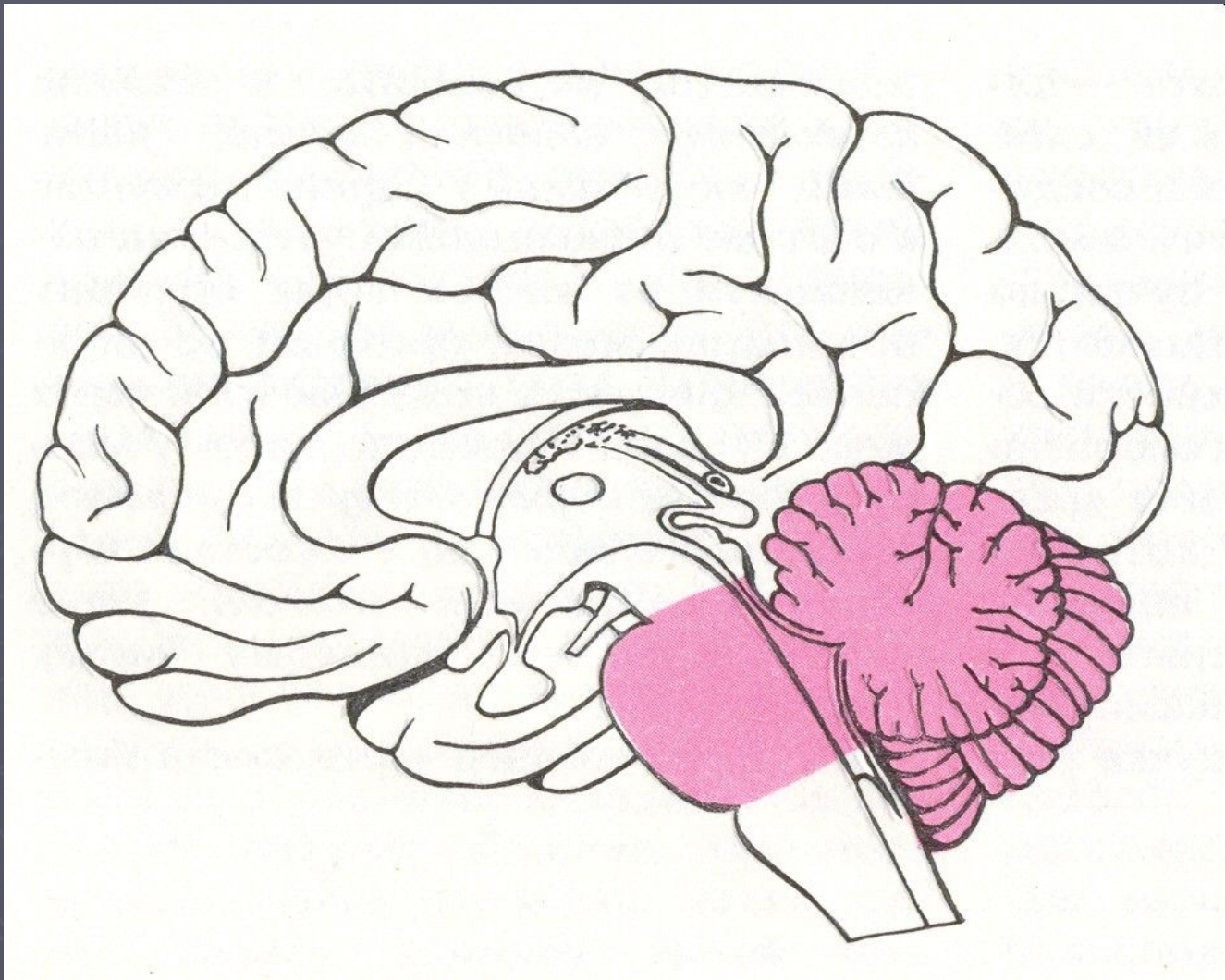
Пирамидная система

- ▶ Существует параллельно с ЭПС
- ▶ начинается от двигательных нейронов V слоя моторной коры конечного мозга
- ▶ аксоны формируют корково-спинномозговой тракт, на уровне среднего мозга - *ножки мозга*.
- ▶ продолговатого мозга - пирамиды,
- ▶ заканчиваются на мотонейронах спинного мозга.

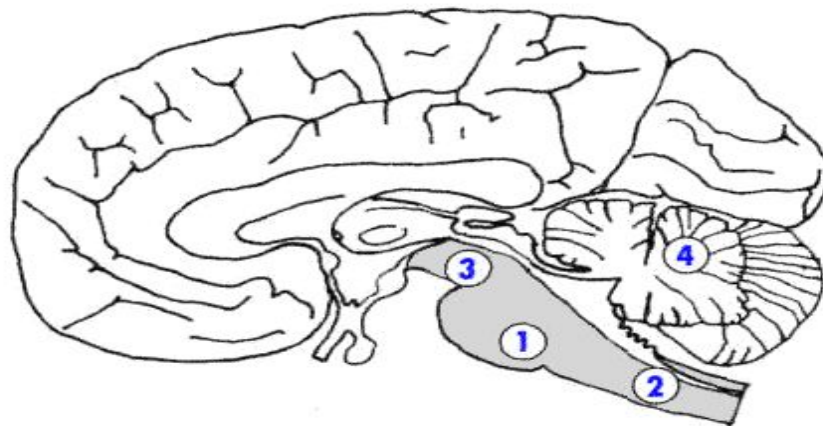
Задний мозг

Состоит из:

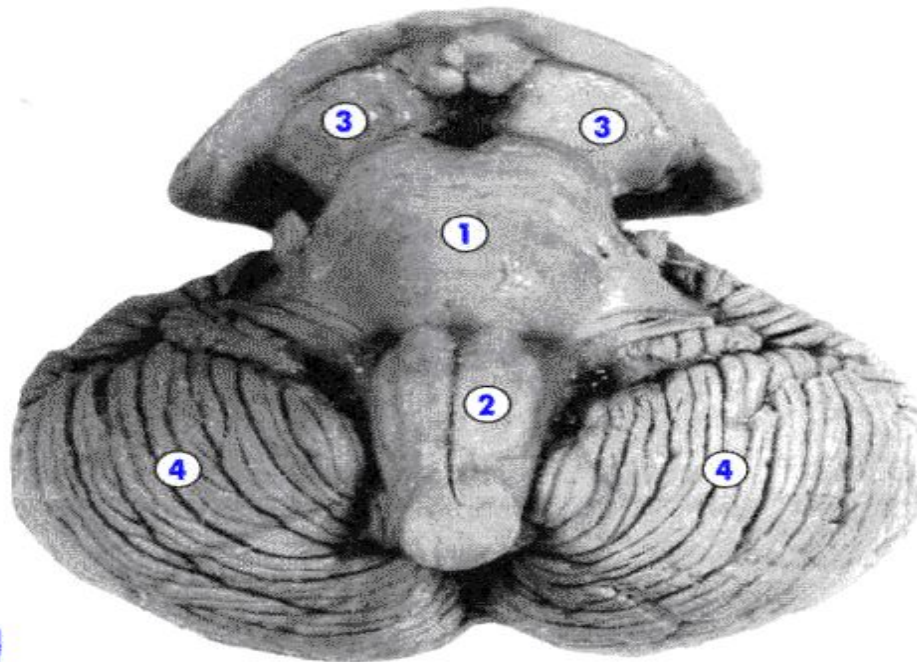
- ▶ Моста головного мозга (варолиев мост)
- ▶ Мозжечка
- ▶ Мозжечок и мост мозга - являются единой структурой.
- ▶ Мост состоит из волокон, соединяющих полушария мозжечка
- ▶ Полость - IV желудочек



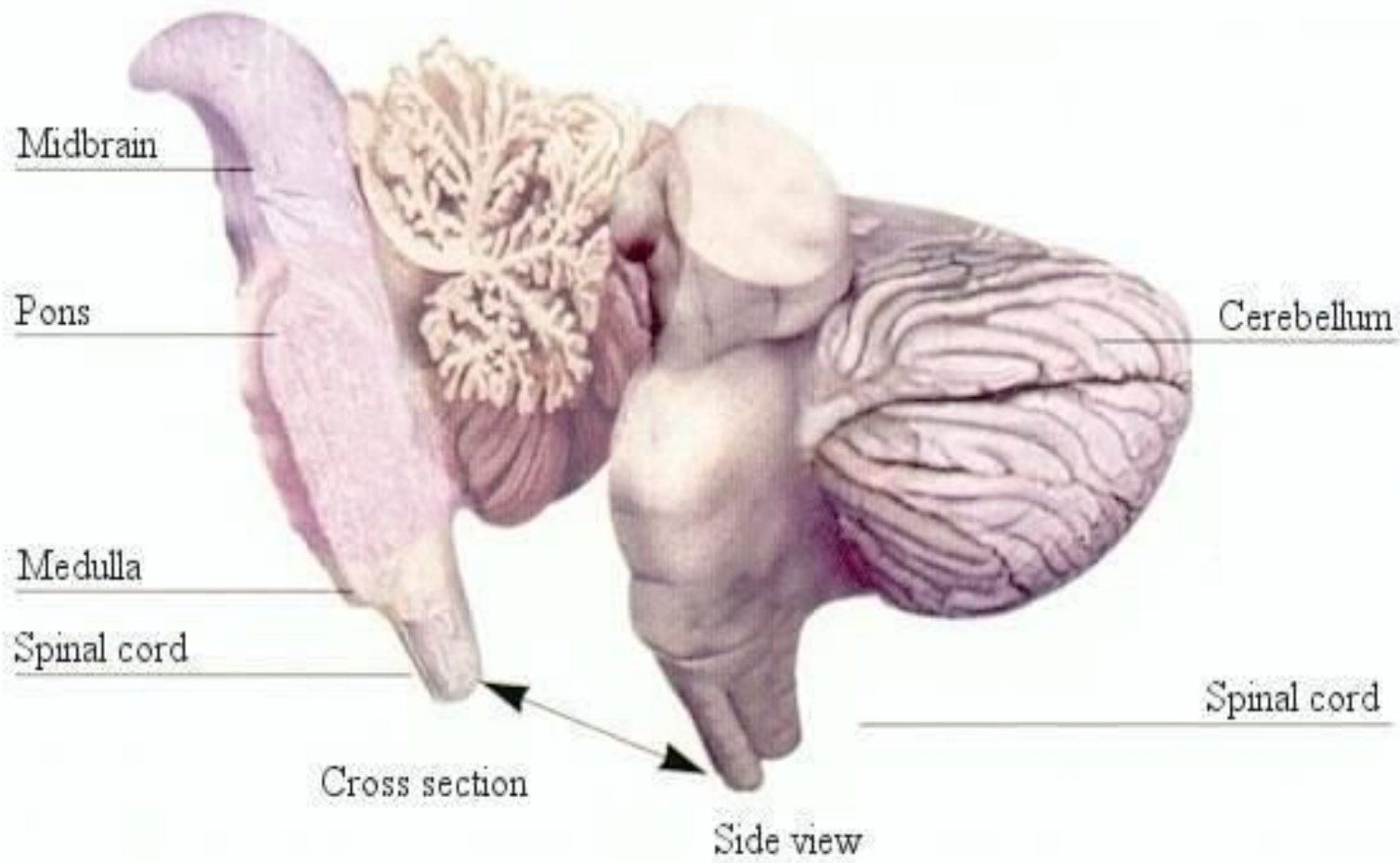
1 - мост (pons) ; 2 - продолговатый мозг (myelencephalon) ; 3 - ножка мозга (pedunculus cerebri) ; 4 - мозжечок (cerebellum) .



а



б



Midbrain

Pons

Medulla

Spinal cord

Cerebellum

Spinal cord

Cross section

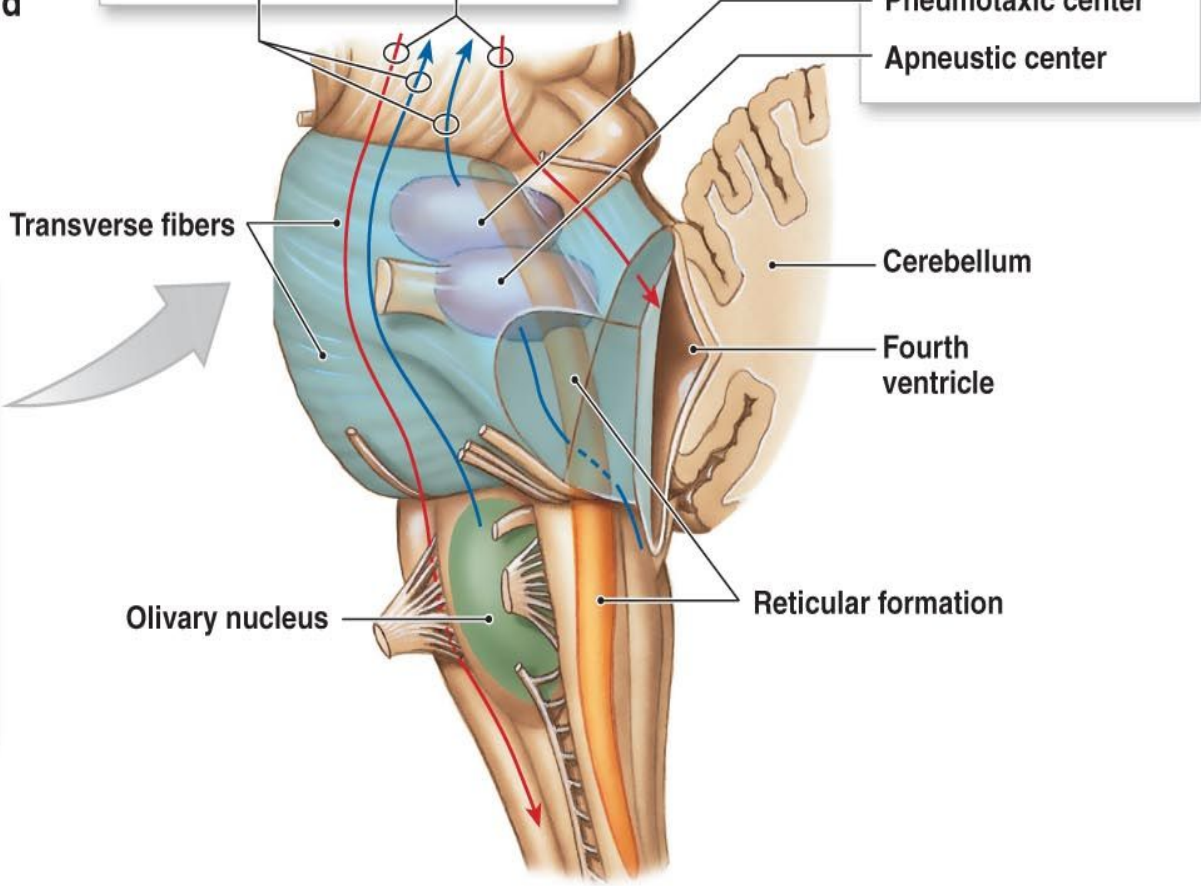
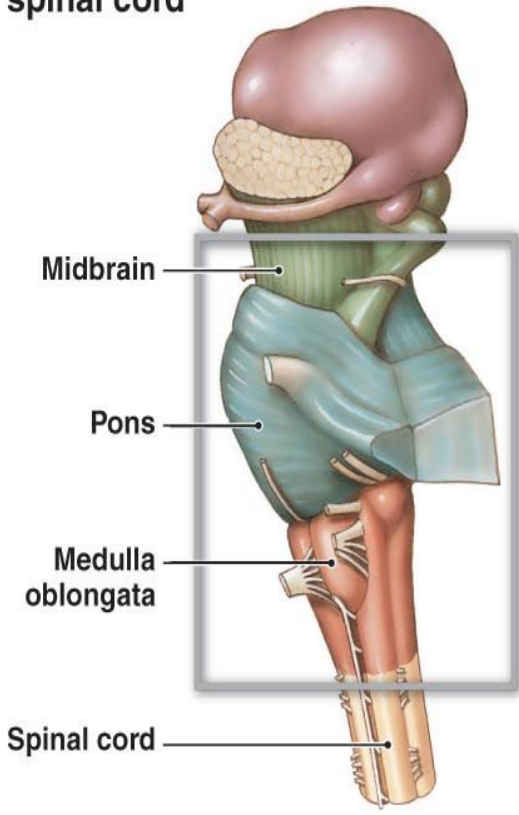
Side view

Hindbrain

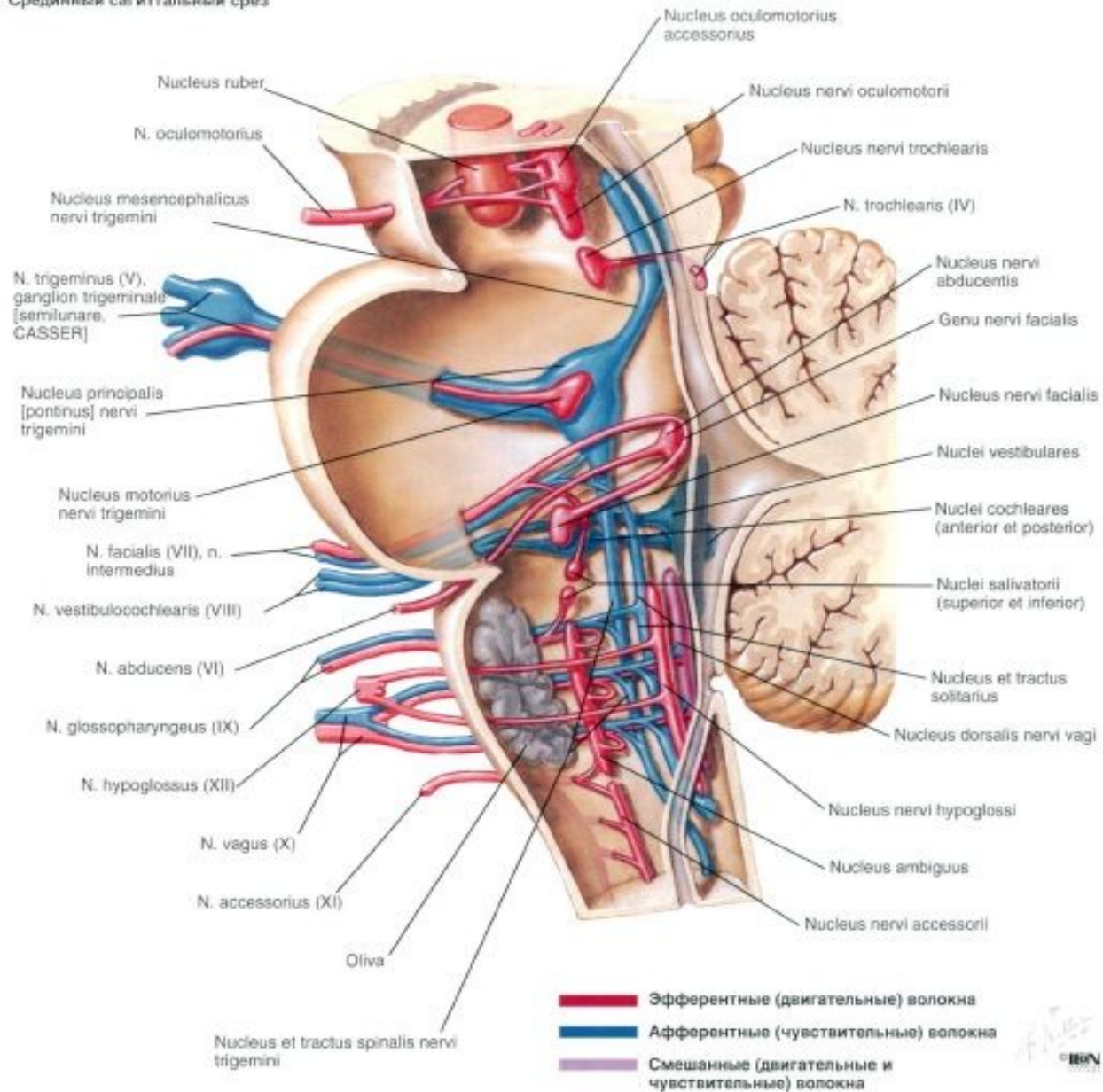
The pons, which links the cerebellum with the midbrain, diencephalon, cerebrum, medulla oblongata, and spinal cord

Tracts
 Ascending tracts Descending tracts

Respiratory Centers
 Pneumotaxic center
 Apneustic center



Срединный сагиттальный срез



Варолиев мост

- ▶ вентральная часть заднего мозга
- ▶ состоит из множества нервных волокон, связывающих кору большого мозга со спинным мозгом и с корой полушарий мозжечка.
- ▶ между волокнами находятся:
 - ретикулярная формация
 - ядра V, VI, VII, VIII пар черепно-мозговых нервов.

Мозжечок

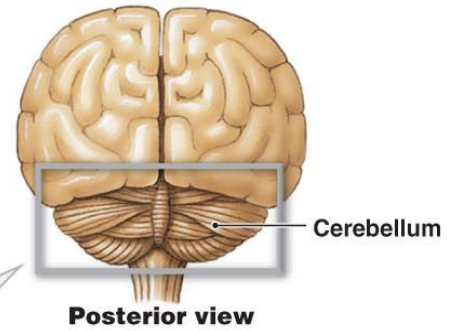
- ▶ Поперечник мозжечка 9-10 см, переднезадний размер 3-4 см.
- ▶ масса у взрослого человека 120-160 г.
- ▶ крупные боковые части - полушария мозжечка
- ▶ средняя узкая часть - червь мозжечка
- ▶ поверхность с многочисленными поперечными бороздами, которые разделены узкими извилинками (листки мозжечка)

Мозжечок

▶ Ядра мозжечка:

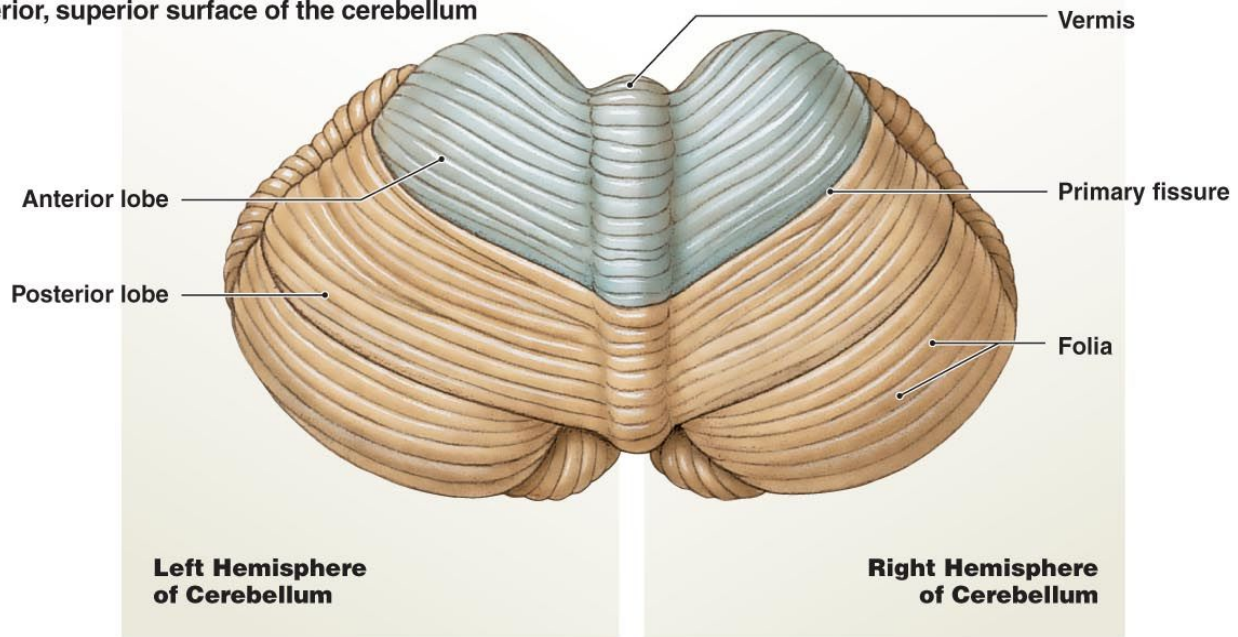
- ядро шатра
- вставочное ядро (состоящее из шаровидного и пробковидного ядер)
- зубчатое ядро

Все ядра мозжечка представляют собой парные образования, заложенные в белом веществе.



Structural features of the cerebellum

The posterior, superior surface of the cerebellum



Мозжечок

- ▶ Связь с другими отделами мозга через три пары мозжечковых ножек:
 - нижние - к продолговатому мозгу
 - средние - к мосту
 - верхние - к четверохолмию.

Мозжечок, афферентные связи

- ▶ 1. пути от вестибулярных нервов и их ядер
- ▶ 2. соматосенсорные пути - от спинного мозга
- ▶ 3. нисходящие пути, идущие в основном от коры головного мозга.

Мозжечок, эфферентные связи

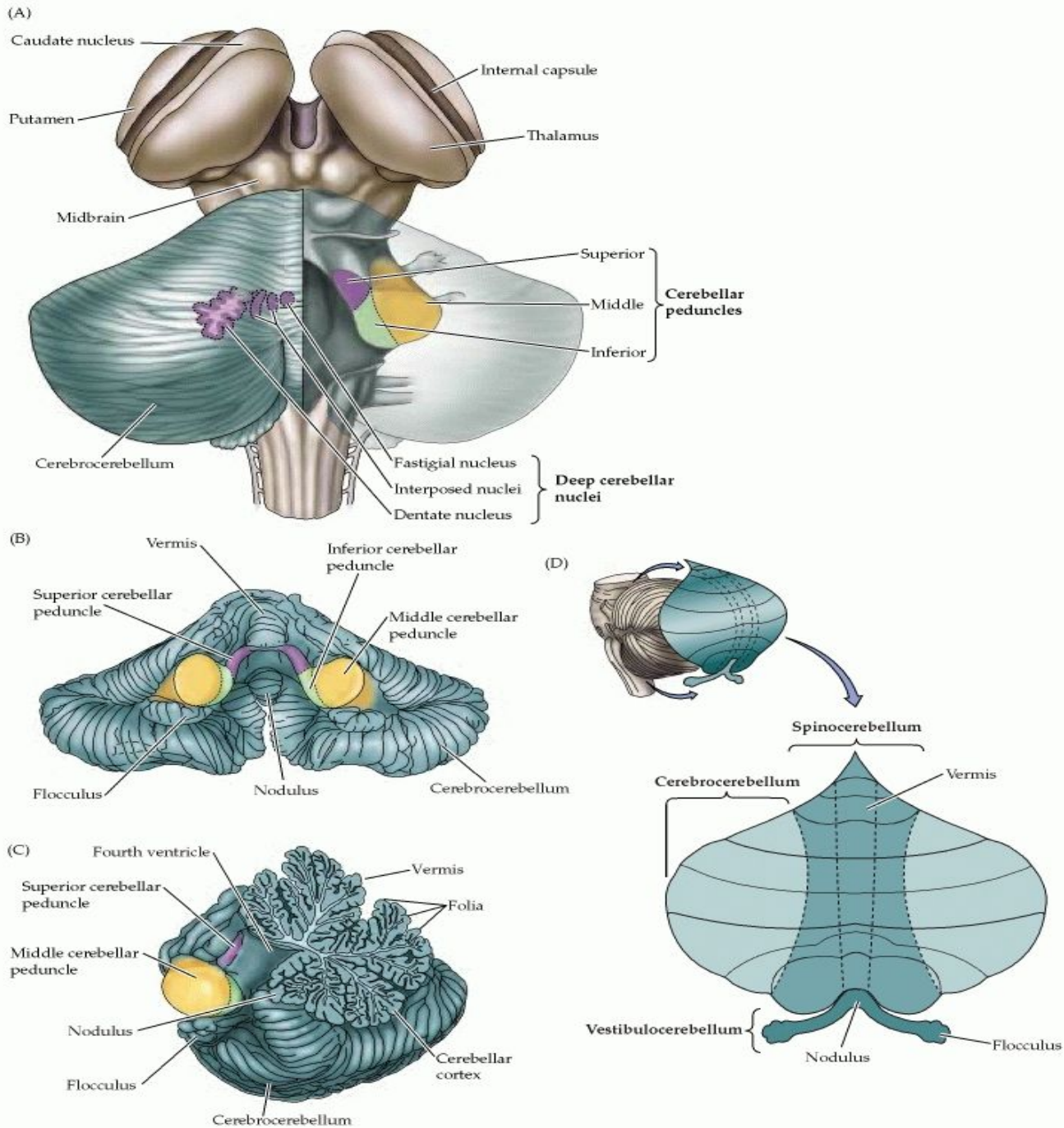
- ▶ Пути от каждого из ядер мозжечка поступают к различным образованиям:
 - ствола мозга
 - больших полушарий

Функции мозжечка

- ▶ дополнение и коррекция деятельности остальных двигательных центров
- ▶ поддержание равновесия тела, мышечного тонуса и координации движений
- ▶ Из спинного мозга - информация о положении частей тела и глаз
- ▶ согласовывает деятельность спинного мозга и двигательной коры по осуществлению движений

Функции мозжечка

- ▶ координирует сигналы, идущие к мышцам от двигательных зон коры, на основании информации, получаемой мозгом от органов зрения, слуха и проприорецепторов
- ▶ Информация о замысле движения, передающаяся по афферентным путям к двигательным системам, превращается в полушариях мозжечка и зубчатом ядре в программу движения, которая посылается к двигательным областям коры через ядра таламуса.



Продолговатый мозг

- ▶ продолжение спинного мозга в виде его утолщения
- ▶ граница между продолговатым и спинным мозгом - выход 1-й пары корешков шейных нервов

Продолговатый мозг

▶ Ядра:

- IX, X, XI, XII пар черепно-мозговых нервов
- ядра олив
- центр дыхания
- центр кровообращения
- ретикулярная формация

Продолговатый мозг

▶ Белое вещество:

- все чувствительные и двигательные восходящие и нисходящие проводящие пути
- Большая часть их перекрещивается в продолговатом мозге, так что левое полушарие связано с правой половиной тела, и наоборот.

Продолговатый мозг

- ▶ Центры рефлекторной регуляции вегетативных функций:
 - ритма сердца, кровяного давления
 - дыхания
 - глотания, слюноотделения
 - чихания, рвоты, кашля
 - регуляция кровообращения (циркуляторные центры).

Часть структур *лимбической системы*.

Лимбическая система

- ▶ комплекс структур, которые расположены в различных отделах конечного мозга и промежуточного мозга
- ▶ формируют лимбические и паралимбические структуры

Лимбическая система

- ▶ Лимбические:
 - Подкорковые структуры (миндалевидное тело, безымянная субстанция, ядра прозрачной перегородки)
 - Аллокортекс (гиппокамп, пириформная кора)

Лимбическая система

- ▶ Паралимбические структуры:
 - островок (поля 14, 15),
 - височный полюс (поле 38),
 - задние отделы орбитофронтальной коры (поля 11, 12),
 - поясная извилина (поля 23, 24, 31 (?), 33, 25, 26, 29, задний отдел поля 32),
 - пара-гиппокампальная извилина (поля 28, 34, 35, 30)

Лимбическая система

- ▶ Конечный мозг:
 - поясная извилина
 - зубчатая извилина
 - гиппокамп (морской конек)
 - септум (перегородка)
 - миндалевидные тела .

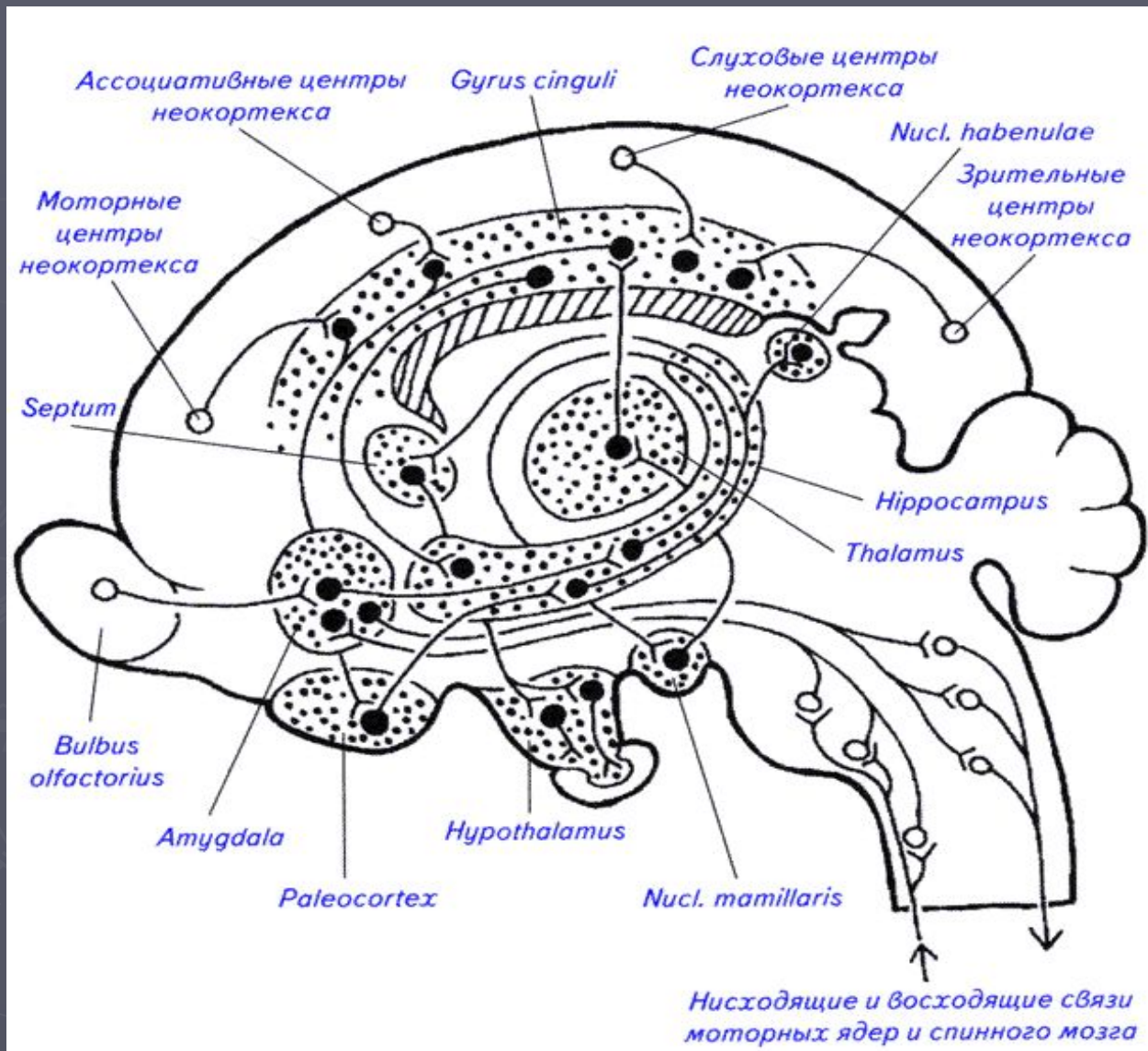
Лимбическая система

▶ Промежуточный мозг:

- ядра поводков
- таламус
- гипоталамус
- сосцевидные тела

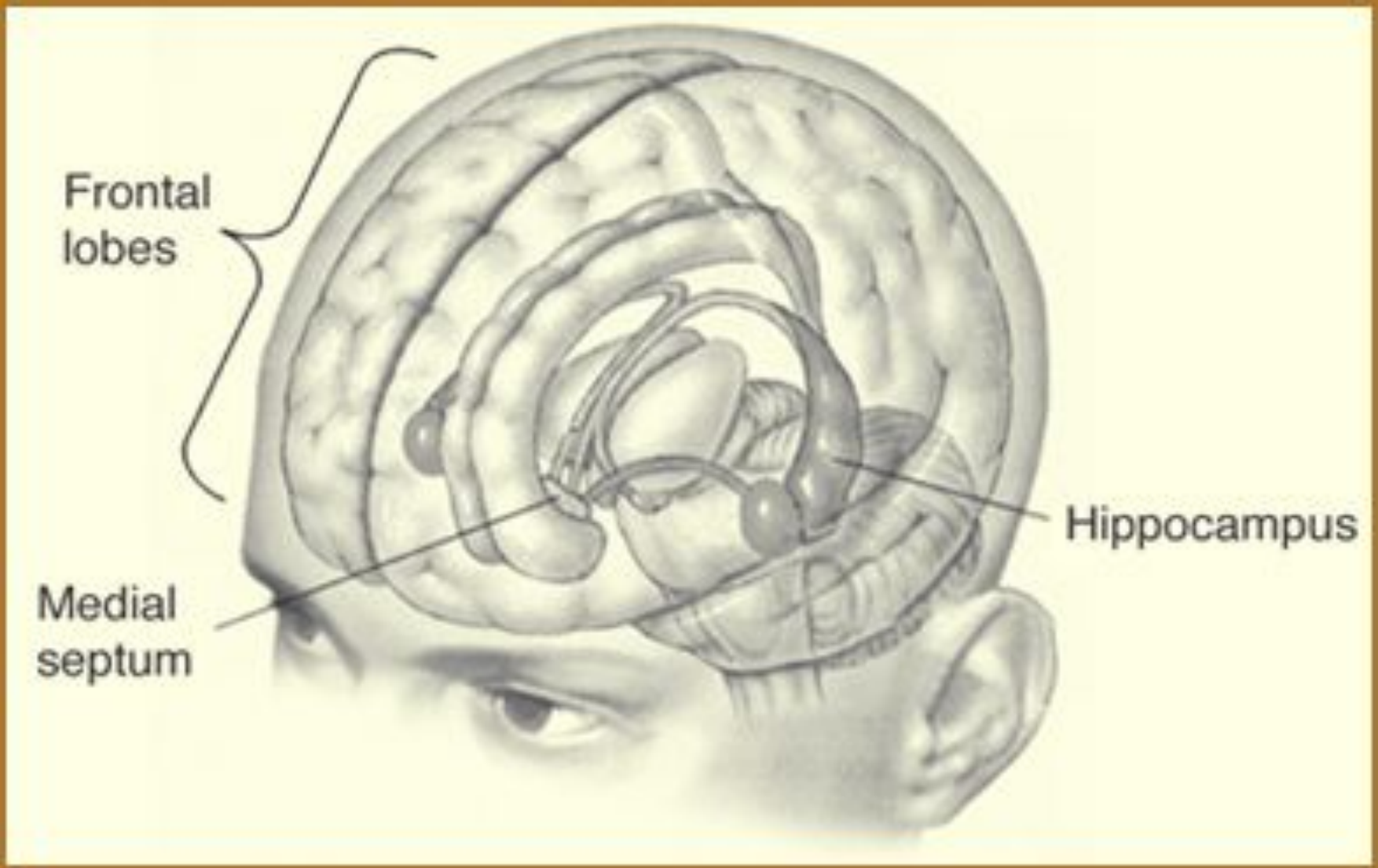
Волокна, соединяющие структуры лимбической системы - *свод* конечного мозга, в виде арки от архикортекса до сосцевидных тел.

Лимбическая система, связи





гиппокамп

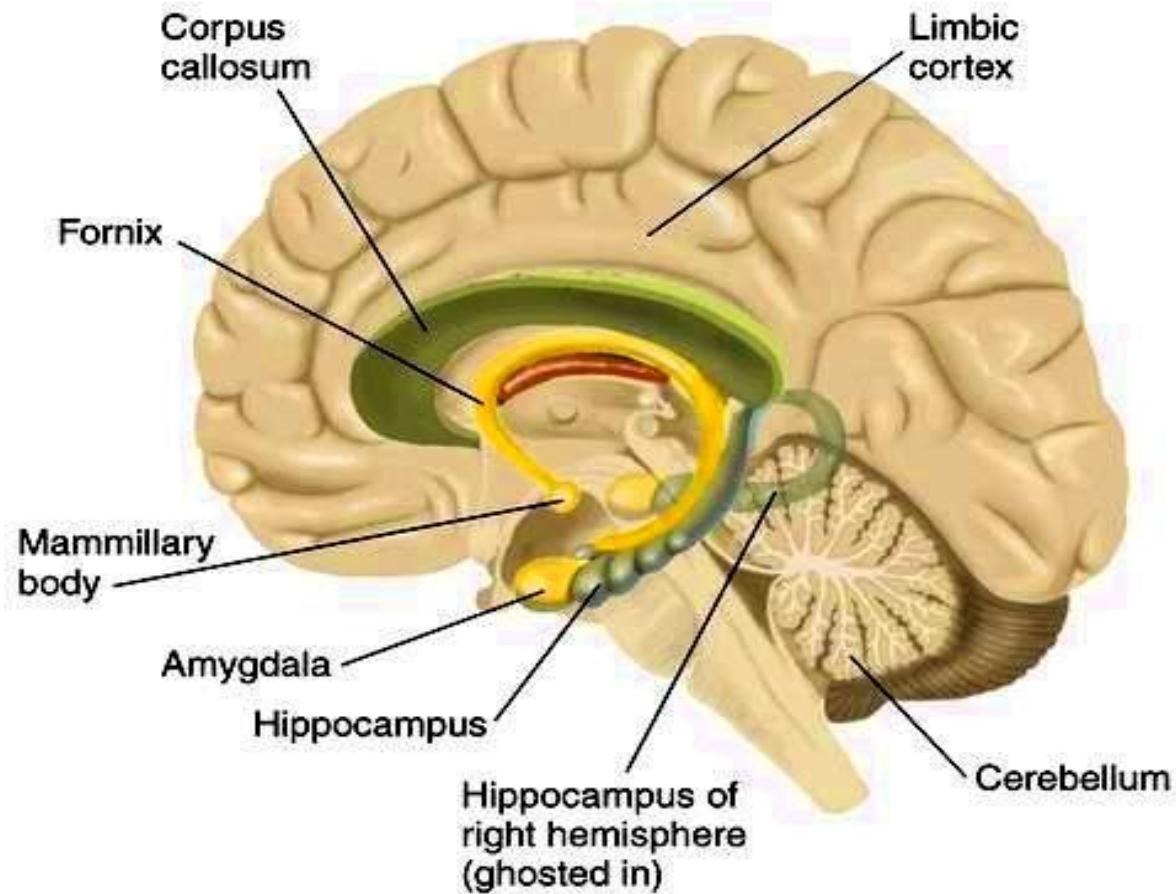


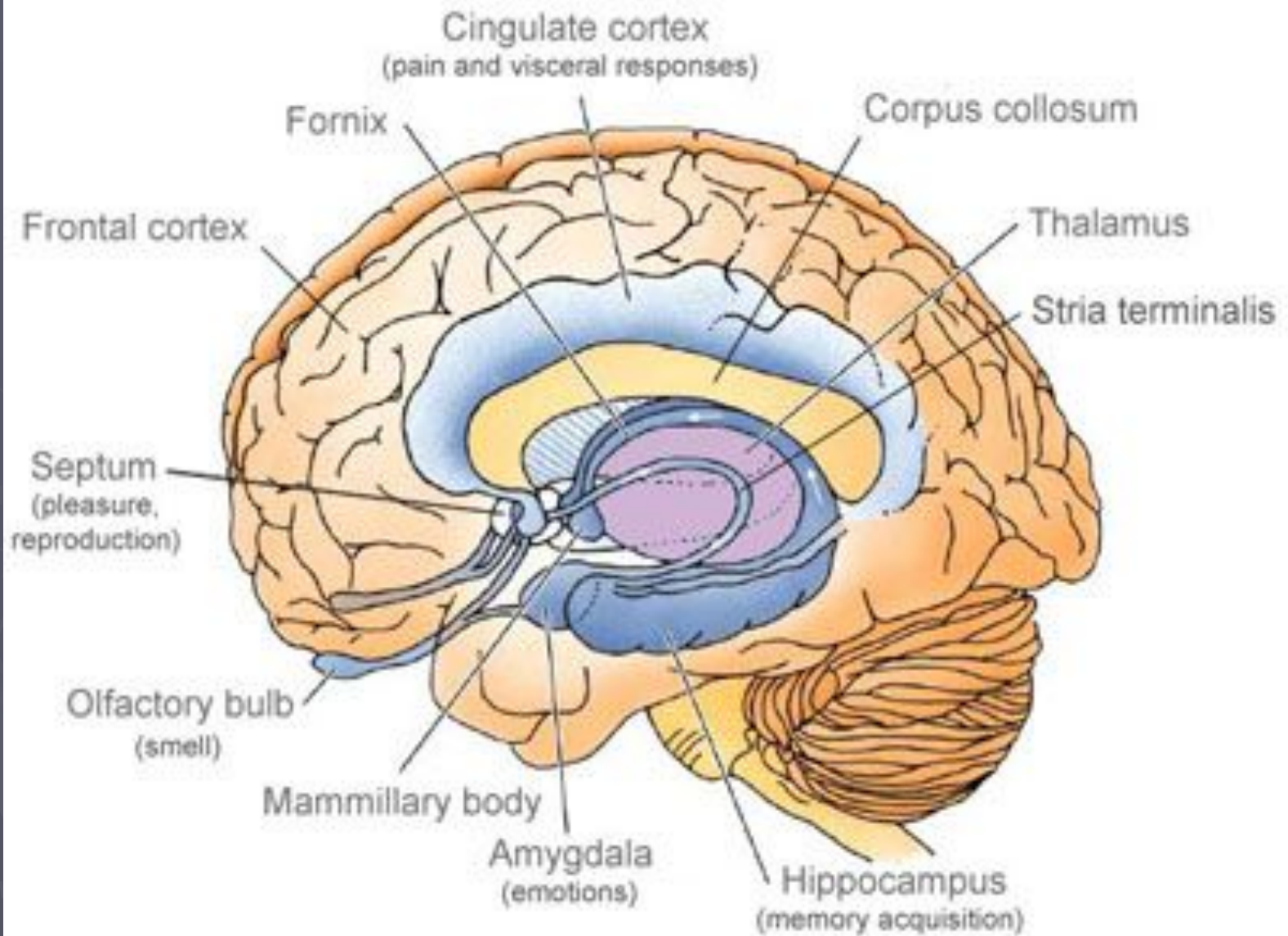
Frontal lobes

Medial septum

Hippocampus

► Major Components of the Limbic System





Лимбическая система, функции

- ▶ координирует эмоциональные, мотивационные, вегетативные и эндокринные процессы
- ▶ интегрирует две важнейшие функции мозга - эмоции и память
- ▶ регулирует поведение, в т.ч. пищевое и чувство опасности
- ▶ управление моторикой внутренних органов, двигательной активностью для выражения эмоций и гормональная стимуляция организма

Лимбическая система, функции

- ▶ Краткосрочную память связывают с гиппокампом
- ▶ долгосрочную - с неокортексом
- ▶ однако извлечение индивидуального опыта животного и человека из неокортекса осуществляется через лимбическую систему.
- ▶ используется эмоционально-гормональная стимуляция мозга, которая вызывает информацию из неокортекса.

Лимбическая система, функции

- ▶ объединении этих отдельных фрагментов в доступные для припоминания события и знания
- ▶ поражение лимбической системы не стирает следы памяти, а нарушает их сознательное воспроизведение
- ▶ отдельные фрагменты информации остаются сохраненными и обеспечивают процедурную память (бессознательные автоматизированные навыки - езда на велосипеде, одевание, вождение автомобиля)

Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ поддерживает постоянство внутренней среды организма, координирует и регулирует деятельность внутренних органов, обмен веществ, функциональную активность тканей, иннервирует гладкие мышцы сосудов и внутренних органов, экзокринные и эндокринные железы и паренхиму многих органов, регулирует АД, ОЦК, обеспечивая поддержание постоянства внутренней среды (гомеостаз)

Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ состоит из двух популяций нейронов, соединенных последовательно –
 - *преганглионарных*
 - *постганглионарных*

Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ *Преганглионарные* нейроны - тела лежат в головном мозге или спинном мозге, а их немиелинизированные аксоны покидают ЦНС в составе вентральных (передних) корешков сегментарного нерва и образуют синапсы с дендритами *постганглионарных* нейронов.
- ▶ *Постганглионарные* нейроны - нейроны, тела которых находятся в ганглии, а немиелинизированные аксоны направляются к органу - эффектору.

Вегетативная (автономная) нервная система

▶ делится:

- симпатическую (греч. *sympathes* - чувствительный, восприимчивый к влиянию)
- парасимпатическую (греч. *para* - возле, при).

Части:

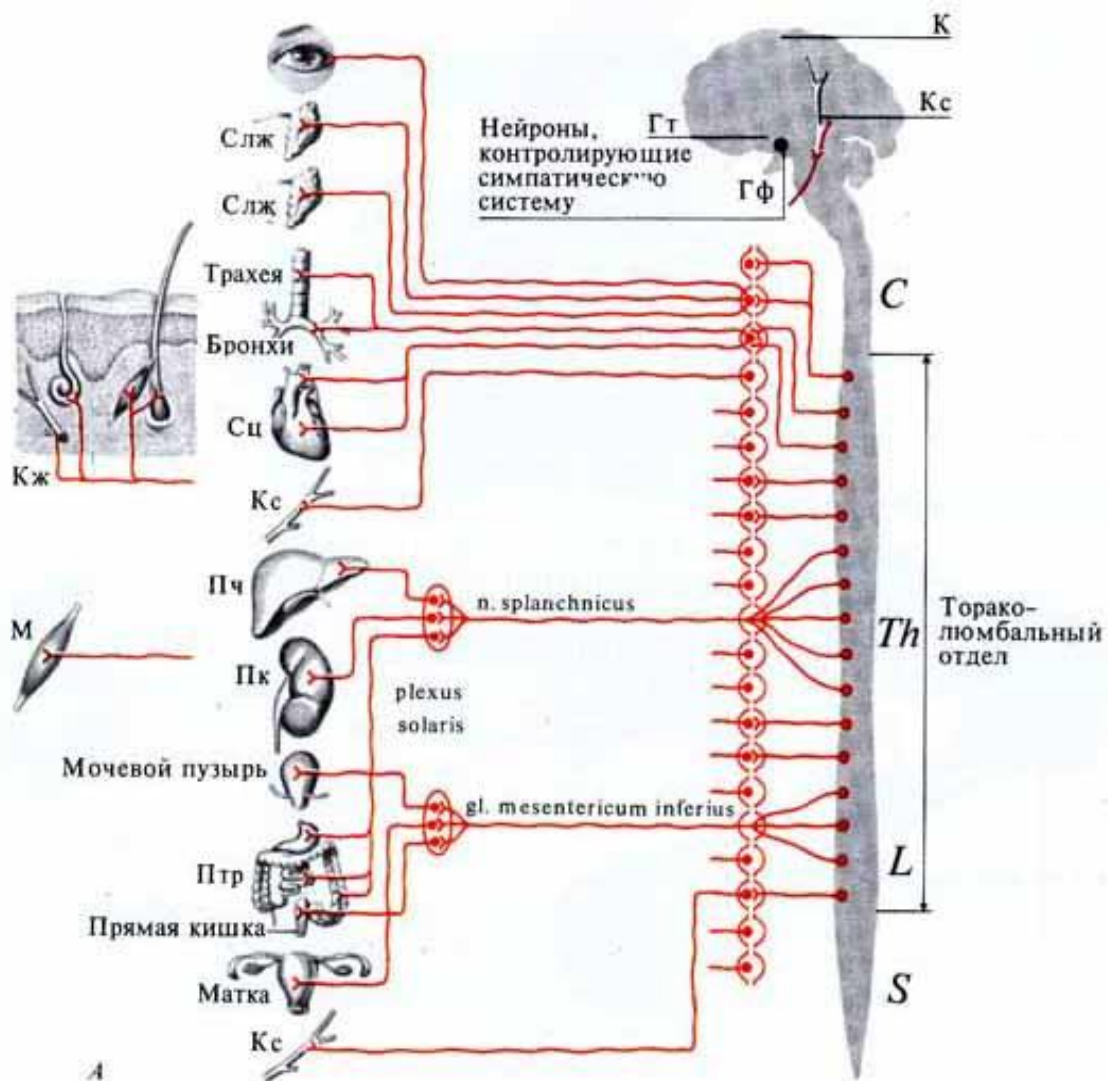
- центральная
- периферическая

Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ *симпатическая* система - мобилизует силы организма в экстренных ситуациях, увеличивает трату энергетических ресурсов
- ▶ *парасимпатическая* - способствует восстановлению и накоплению энергетических ресурсов.

Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ Тела преганглионарных симпатических нейронов сосредоточены в спинном мозге в промежуточном и боковом сером веществе (интермедиолатеральном столбе) от С8 до L2
- ▶ ганглии располагаются возле позвоночника справа и слева, формируют симпатический стволы от С2 до верхушки крестца. 3 шейных узла, 8-10 грудных, 4-5 поясничных, 3-5 крестцовых
- ▶ От ганглиев отростки подходят в внутренним органам



Парасимпатическая н.с.

- ▶ Тела *преганглионарных* парасимпатических нейронов лежат в стволе мозга и в сакральном отделе спинного мозга S2-S4.
- ▶ *Преганглионарные* волокна в составе особых нервов идут к *постганглионарным* парасимпатическим нейронам , расположенным вблизи эффекторных органов или в их толще.

Парасимпатическая н.с.

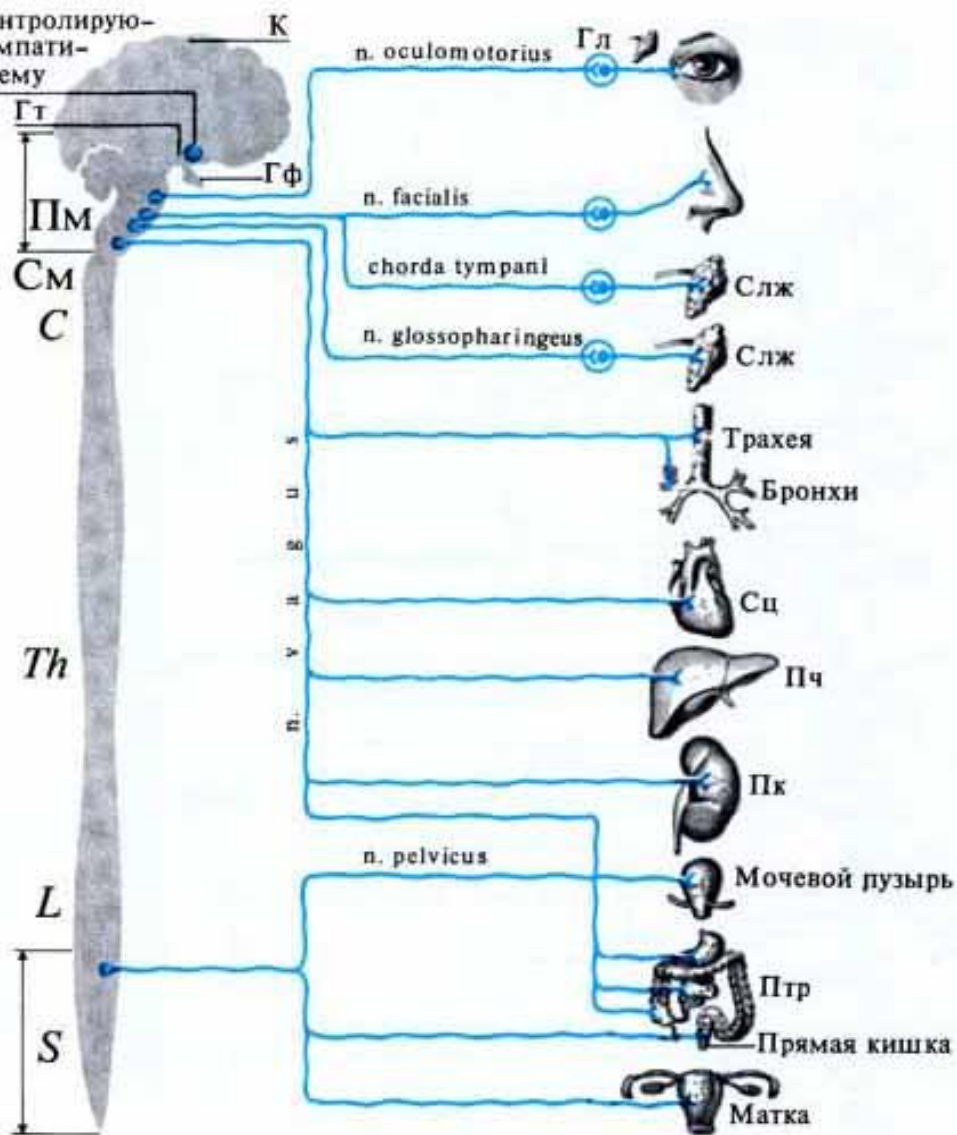
- ▶ Преганглионарные парасимпатические волокна, снабжающие глазные мышцы и железы головы - покидают ствол мозга в составе трех пар черепномозговых нервов - глазодвигательного, лицевого и языкоглоточного нерва .

Нейроны, контролирующие парасимпатическую систему

Краниобульбарный отдел

Сакральный отдел

Б



Орган / система	парасимпатическая часть	симпатическая часть
Сосуды головного мозга	Сужение	Расширение
Зрачок	Сужение	Расширение
Слюнные железы	Усиление секреции	Снижение секреции
Периферические артериальные сосуды	Сужение	Расширение
Бронхи	Сужение	Расширение
Сердечные сокращения	Замедление	Ускорение и усиление
Потоотделение	Уменьшение	Усиление
Желудочно-кишечный тракт	Усиление двигательной активности	Ослабление двигательной активности
Надпочечник	Снижение секреции гормонов	Усиление секреции гормонов
Мочевой пузырь	Сокращение	Расслабление

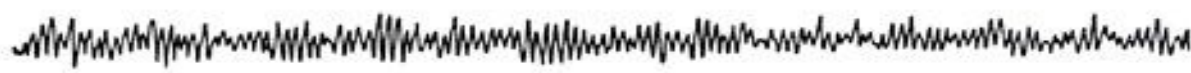
Вегетативная (автономная) нервная система

- ▶ Поддержание гомеостаза организма - от висцеральных органов поступают сигналы, ЦНС и ее автономный эффекторный участок посылают соответствующие команды.
- ▶ Например, при внезапном повышении системного кровяного давления активируются барорецепторы - автономная н. с. запускает компенсаторные процессы и давление нормализуется.

Активное бодрствование



Диффузное бодрствование

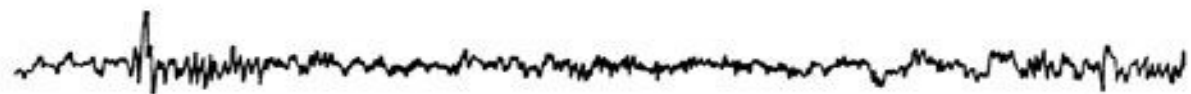


Сон

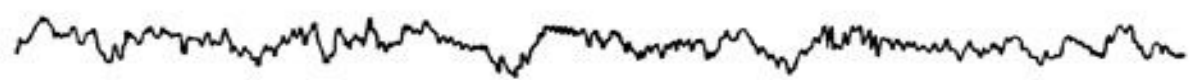
Стадия 1



Стадия 2



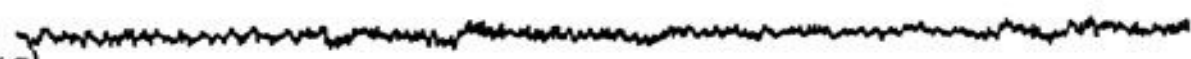
Стадия 3



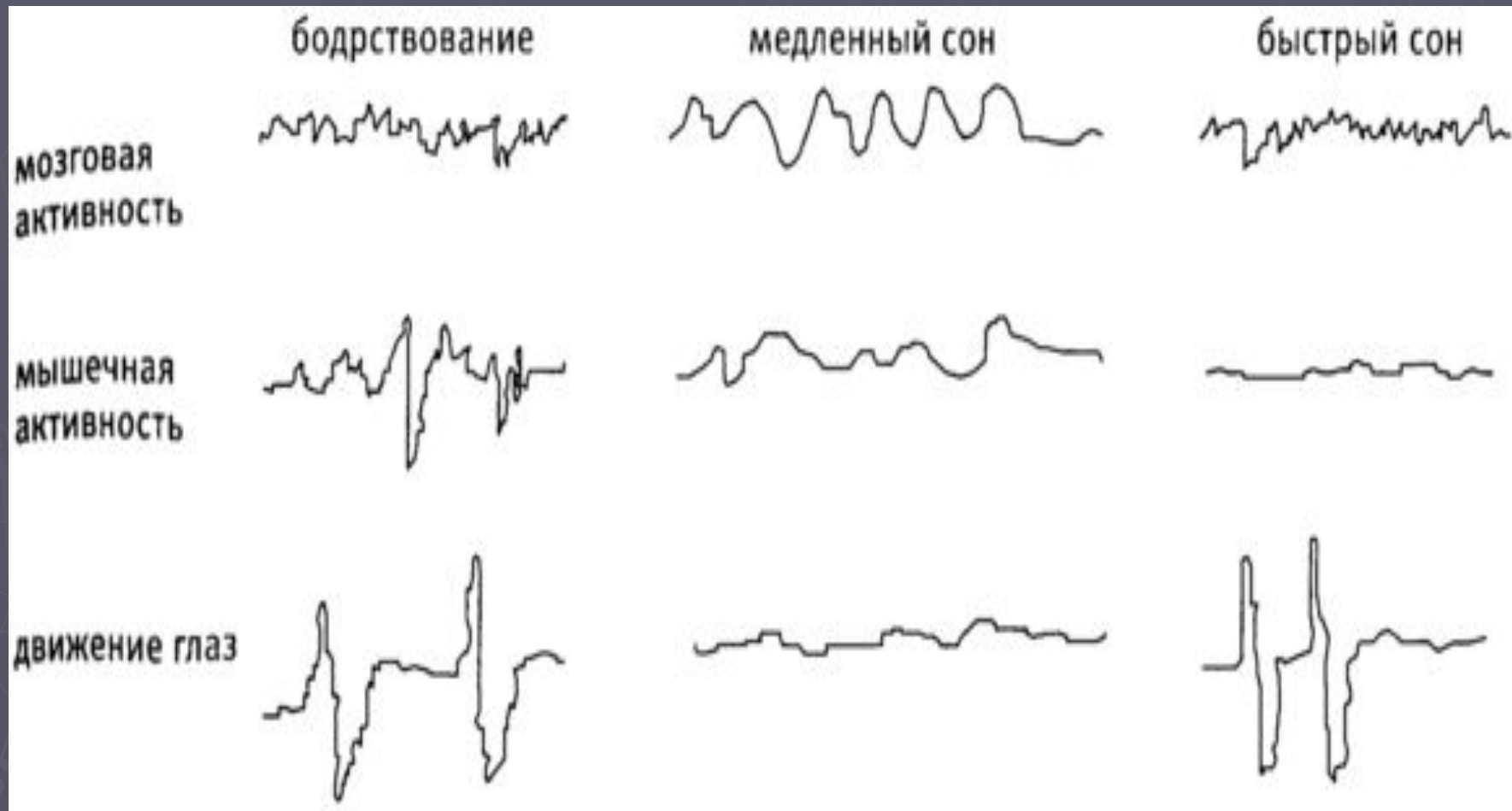
Стадия 4



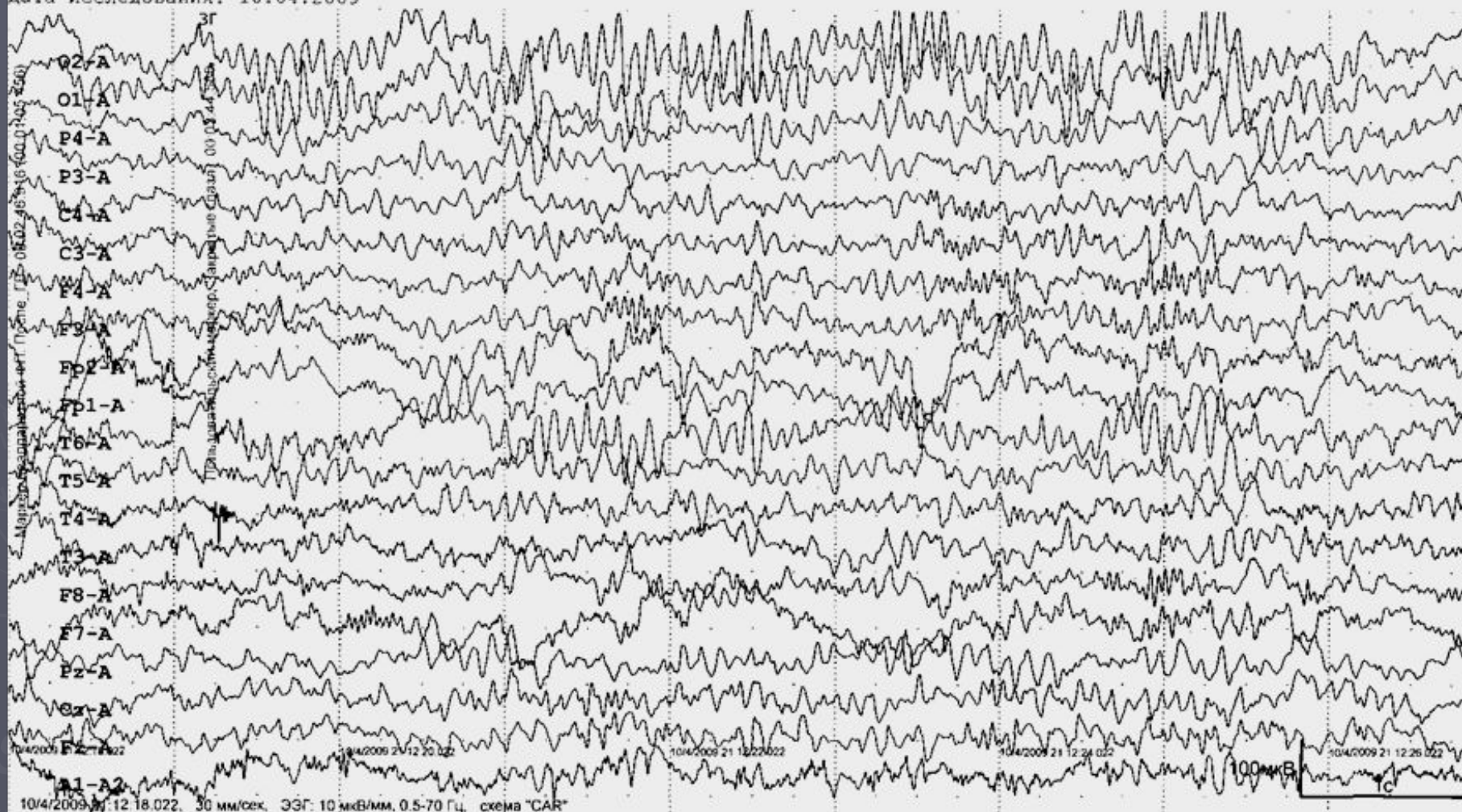
Стадия 5
(парадоксальная)

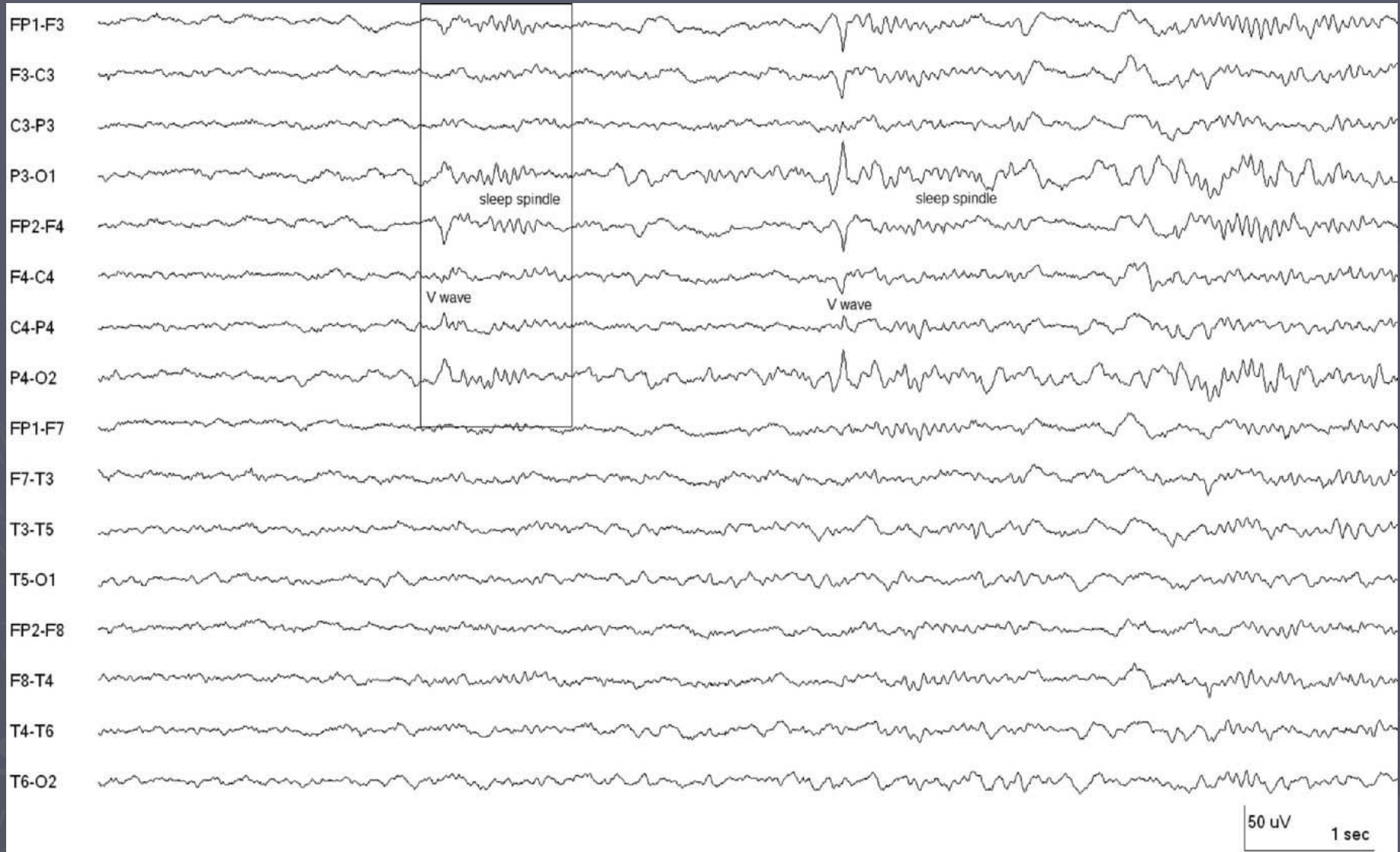


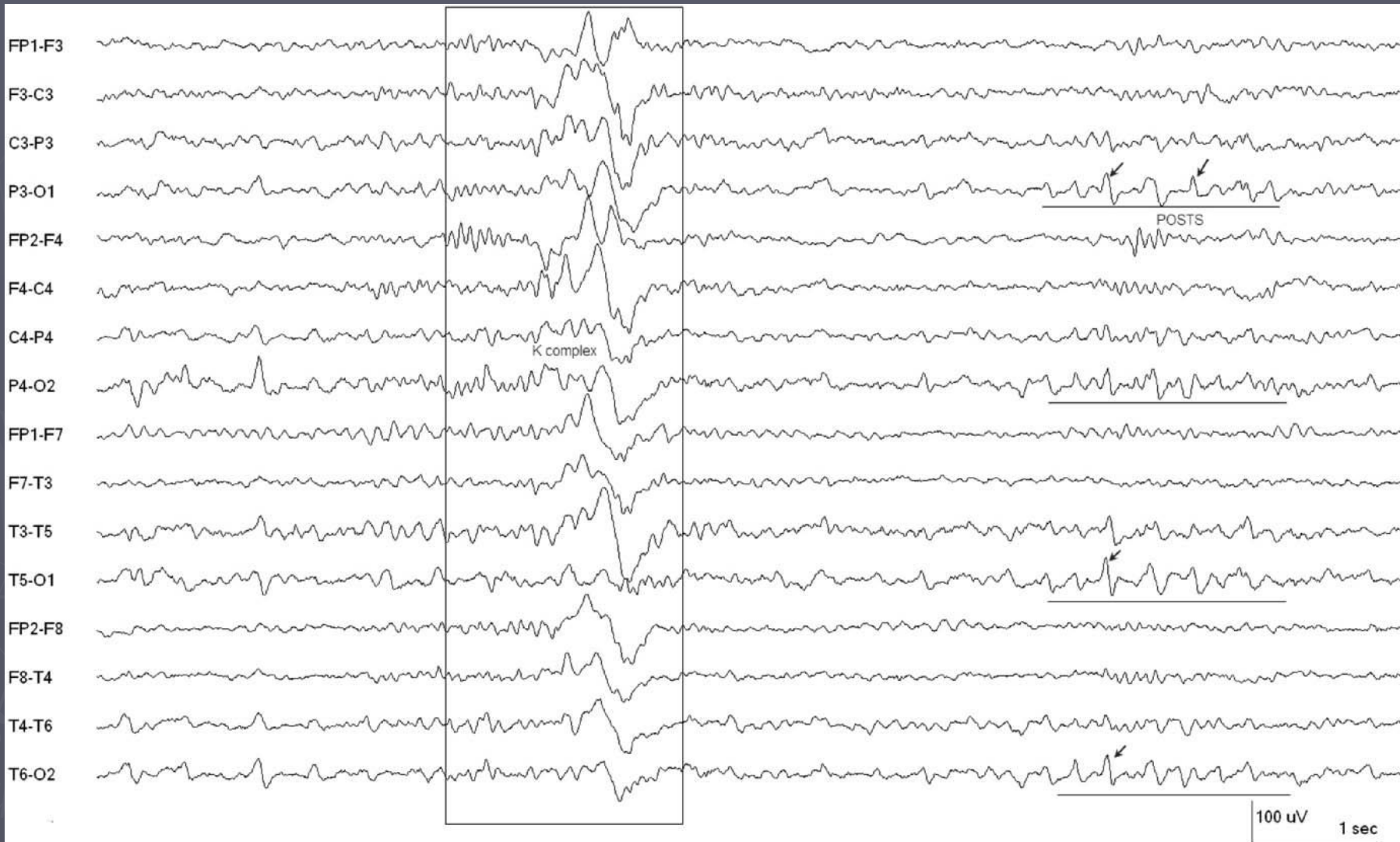
1 сек



Пол: М Возраст: 5
Дата исследования: 10.04.2009







Пол: Ж Возраст: 10
Дата исследования: 05.03.2009

