

Функциональная анатомия
оболочек спинного и головного
мозга
Спинно-мозговая жидкость

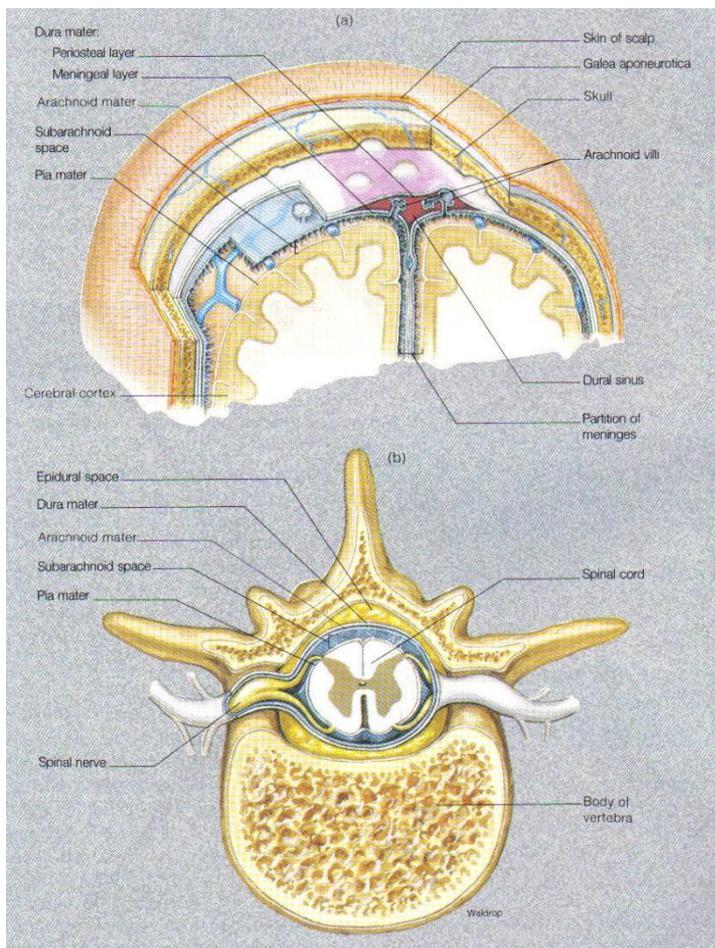
КАФЕДРА АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА

План лекции

1. Оболочки спинного мозга - структура, топография, функции.
2. Оболочки головного мозга – производные, функции.
3. Спинно-мозговая жидкость – образование, состав, функциональная роль.
4. Исследование на живом мозговых оболочек и желудочков мозга.
5. Иннервация твердой оболочки головного мозга.
6. Общие данные о развитии мозговых оболочек.
7. Возрастные особенности оболочек спинного и головного мозга.

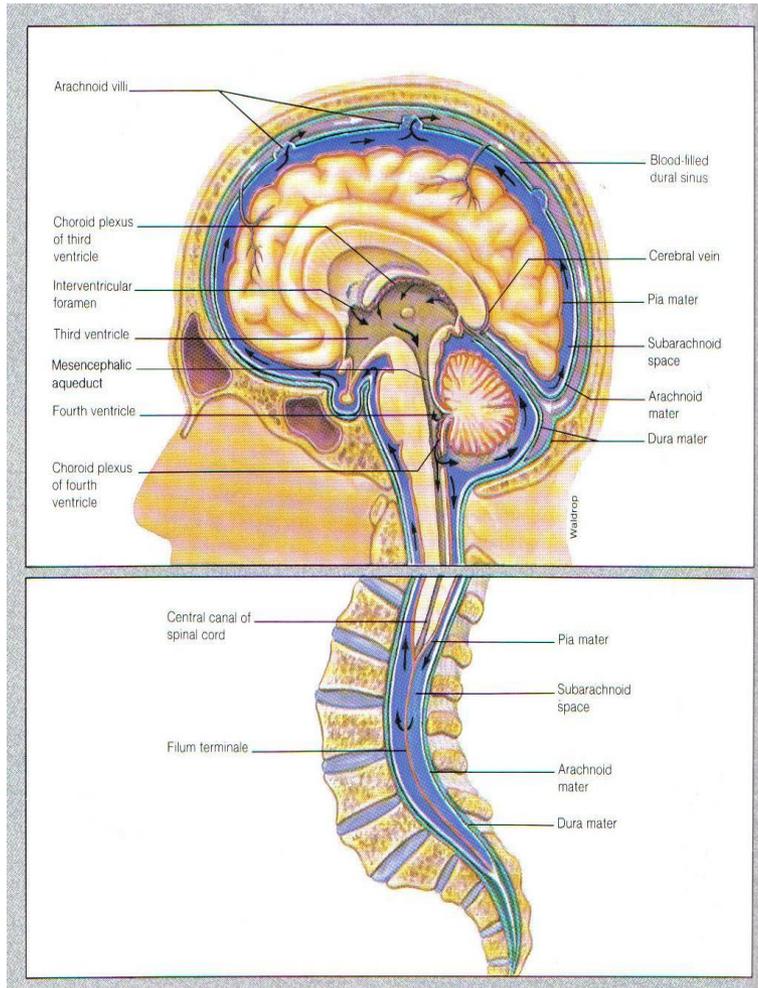
Общие данные

- Центральная нервная система покрыта тремя оболочками.
 1. Твердая мозговая оболочка или **dura mater**
 2. Паутинная оболочка или **arachnoidea**
 3. Мягкая мозговая оболочка или **pia mater**

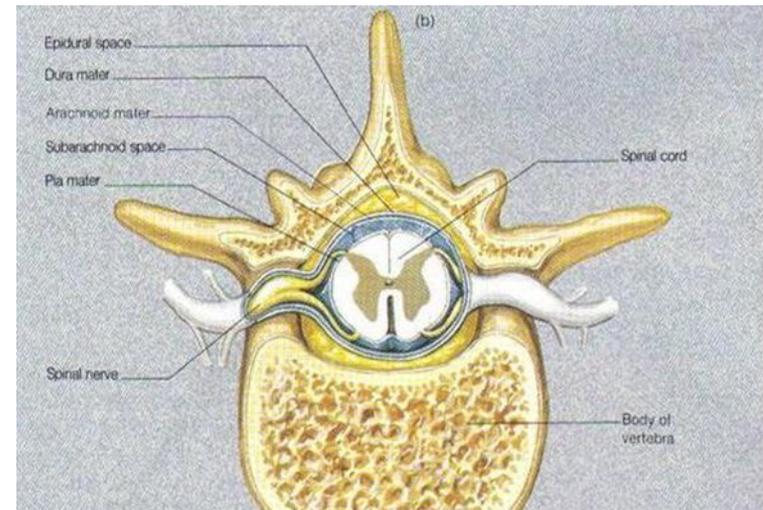


- Твердая мозговая оболочка образует **рашчменinx**.
- Паутинная и мягкая мозговые оболочки, образуют **leptomeninges**.

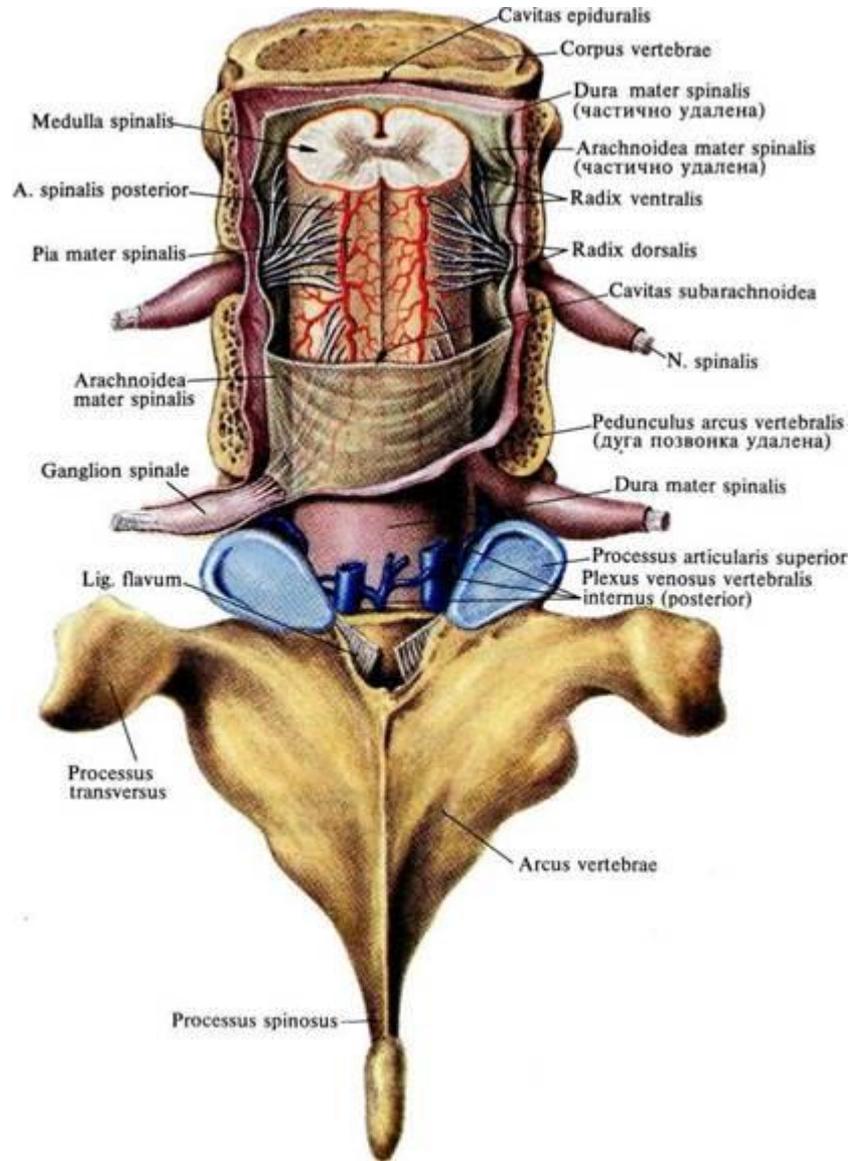
Твердая оболочка спинного мозга



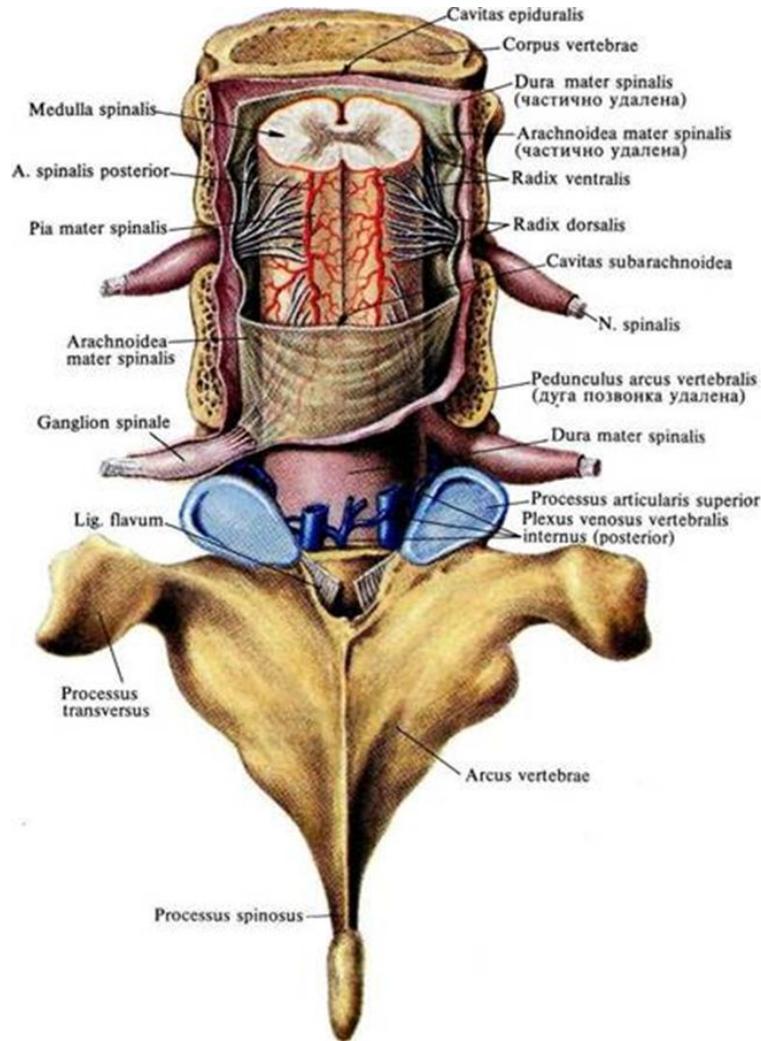
- Фиброзный мешок, который покрывает снаружи спинной мозг.
- Верхняя граница - **foramen magnum**
- Нижняя граница - **S2 ПОЗВОНОК.**



Твердая оболочка спинного мозга

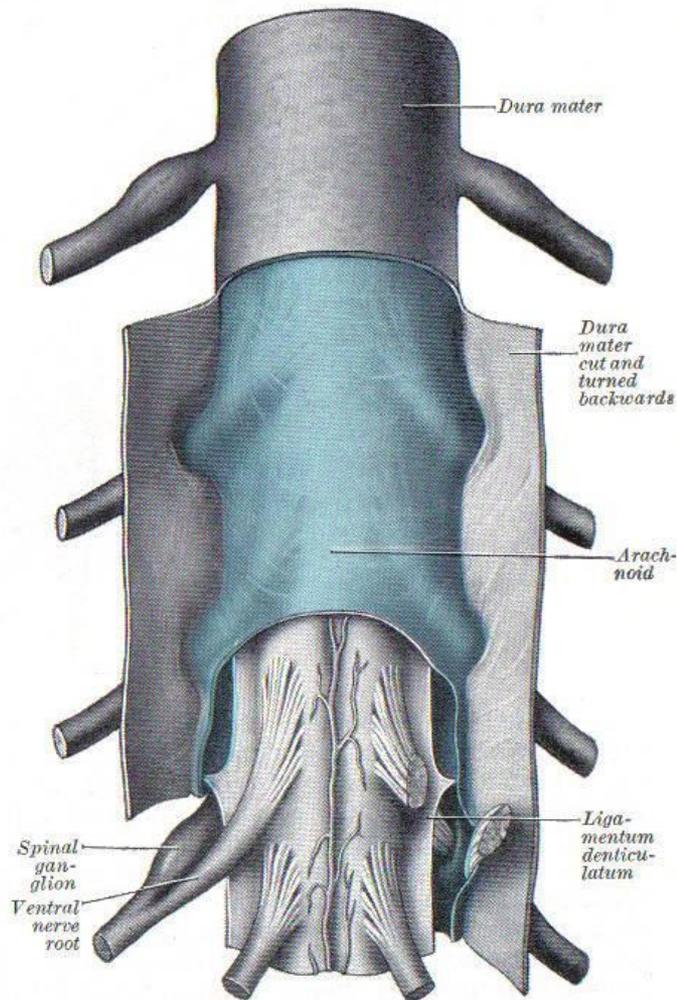


- отделена от стенок позвоночного канала эпидуральным пространством, которое содержит жировую ткань и внутреннее венозное сплетение.



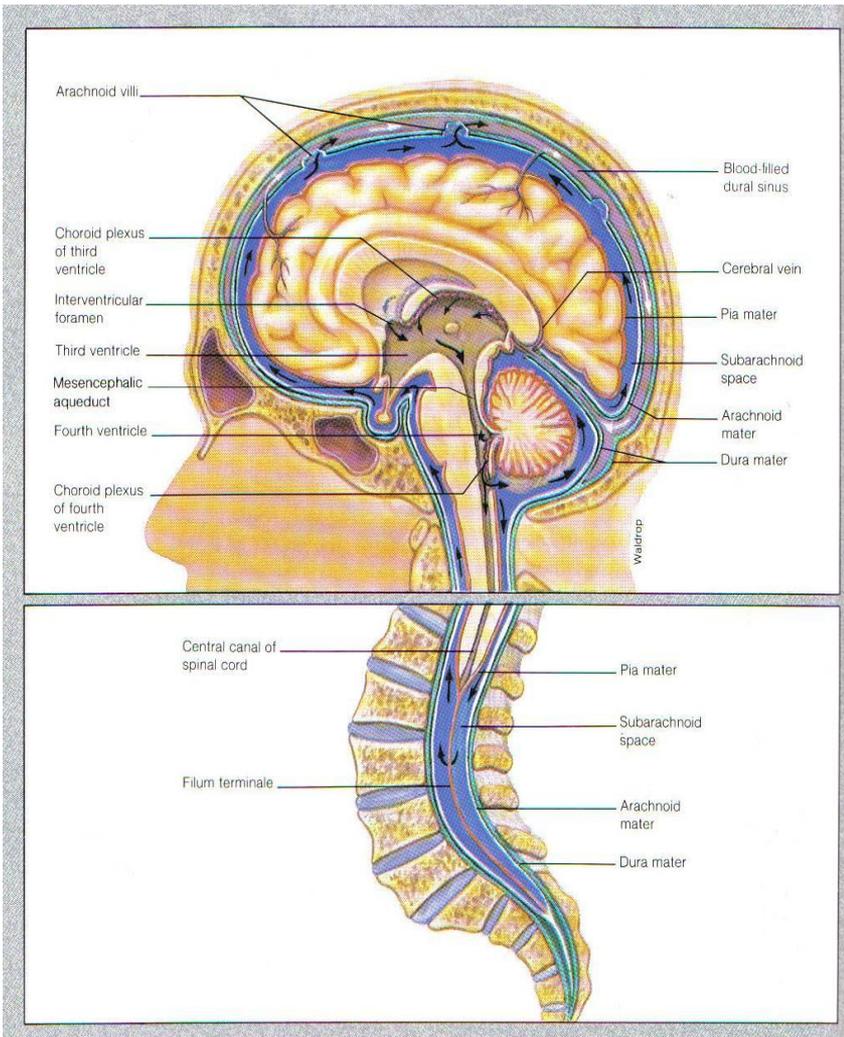
- От ТОСМ отходят отростки, которые образуют влагалища для СМН.
- **На наружной поверхности ТОСМ** имеются отверстия, через которые проходят сосуды и нервы.
- **Внутренняя поверхность ТОСМ** гладкая, блестящая и прилежит к паутинной оболочке.
- Между выходными отверстиями СМН, на внутренней поверхности ТОСМ прикрепляются зубчатые связки.

Паутинная оболочка

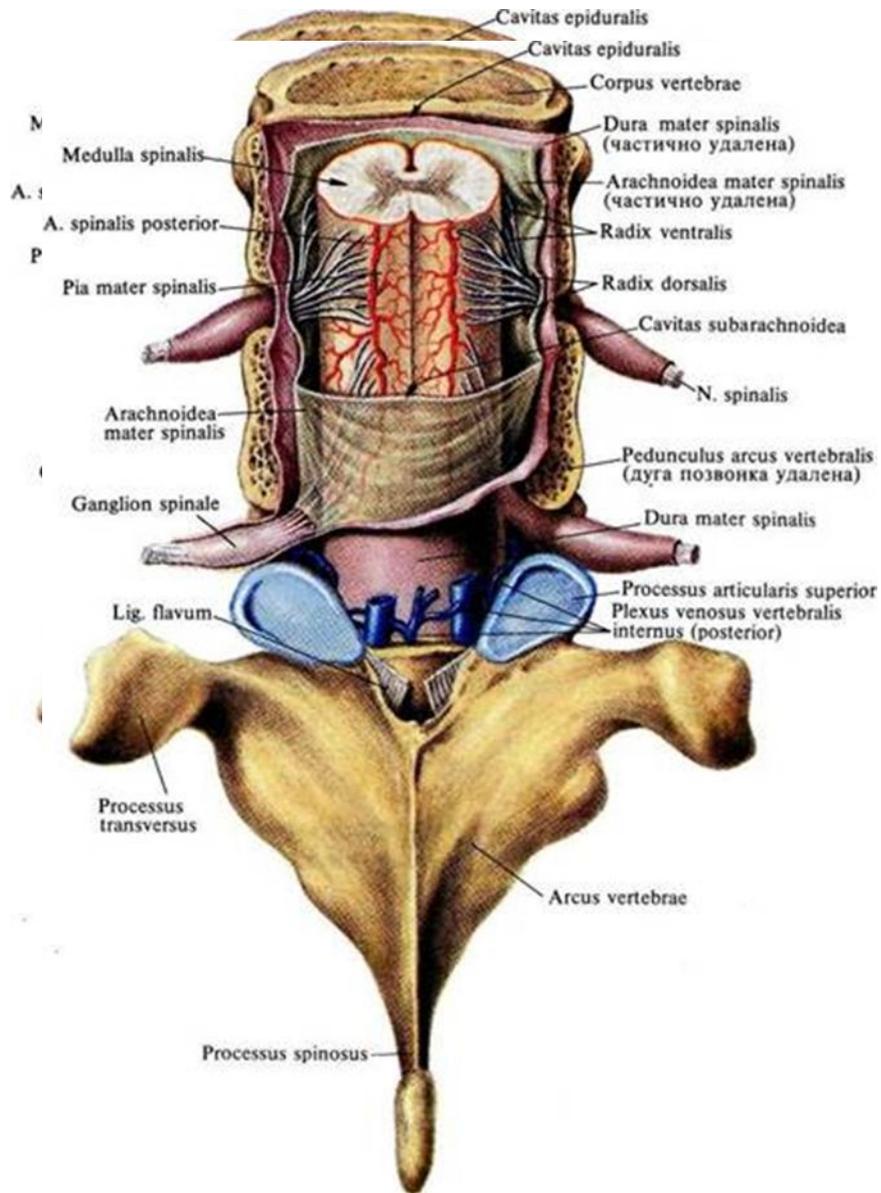


- Паутинная оболочка прилежит к ТОСМ, отделяясь от последней тонким слоем жидкости.
- Внутренняя поверхность паутинной оболочки направлена к **субарахноидальному пространству.**

- Подпаутинное пространство достигает наибольшей ширины, ниже уровня СМ, где образует пояснично-крестцовую цистерну.

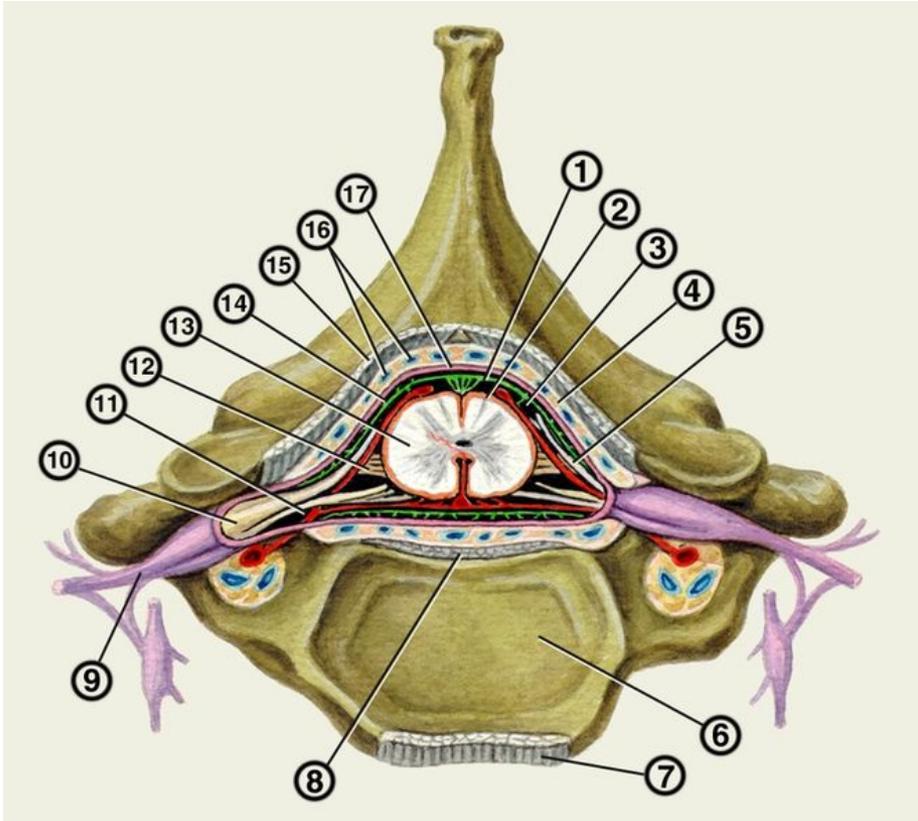


Мягкая оболочка СМ



Мягкая оболочка СМ это тонкая, соединительно-тканная оболочка, содержащая сосуды и состоящая из двух слоев: **Intima pialis** –внутренний слой. **Stratum epiptiale** –поверхностный слой.

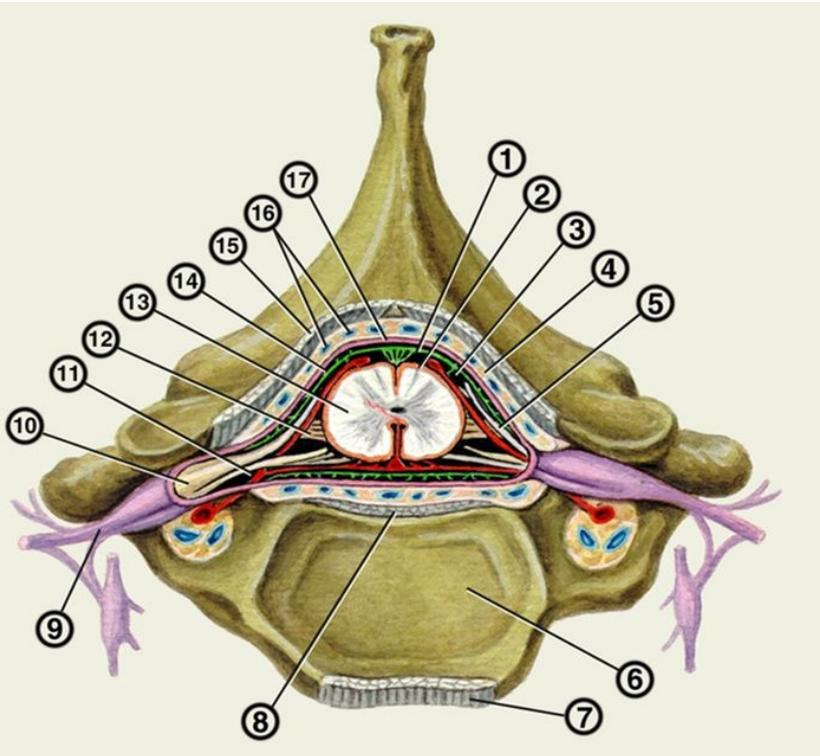
Вверху паутинная оболочка СМ продолжается одноименную оболочку головного мозга, а внизу истончается и исчезает на уровне концевой нити, *filum terminale*.



• **Intima pialis** соединяется с подлежащей нервной тканью, повторяя в точности рельеф СМ.

• Она состоит из эластических и ретикулярных волокон, проникающих в нервную ткань вместе с сосудами.

• **Stratum epipliale** состоит из сети коллагеновых волокон, которые продолжают подпаутинными трабекулами.



- От наружного слоя мягкой оболочки отходят поперечные отростки, которые образуют **зубчатые связки**.
- Эти связки расположены вдоль СМ на протяжении от С1 до L1 СМН.

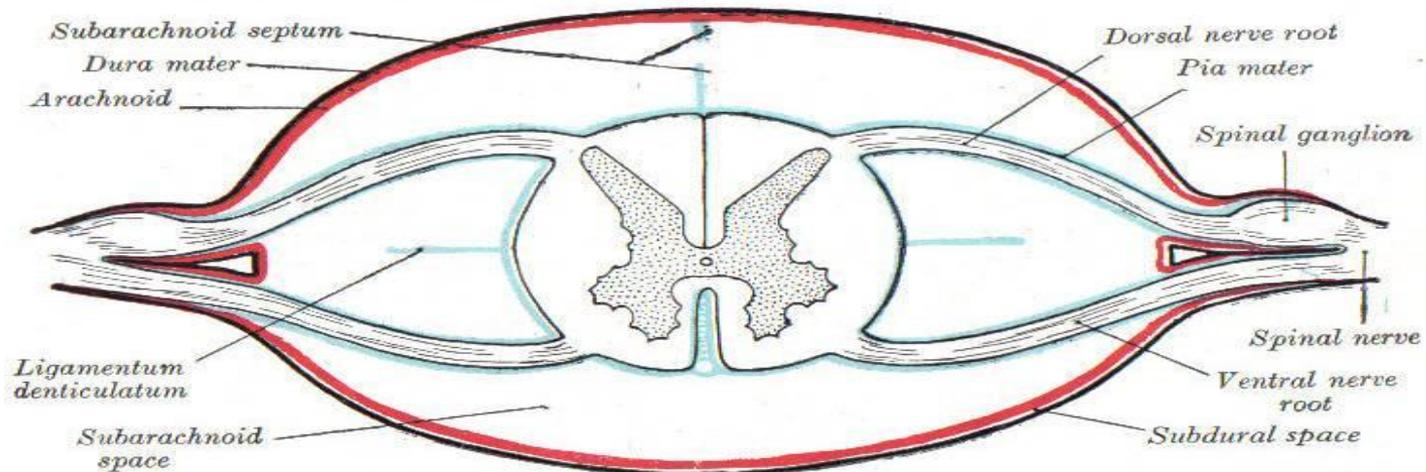
Зубчатая связка делит подпаутинное пространство на два отдела:

a) передний

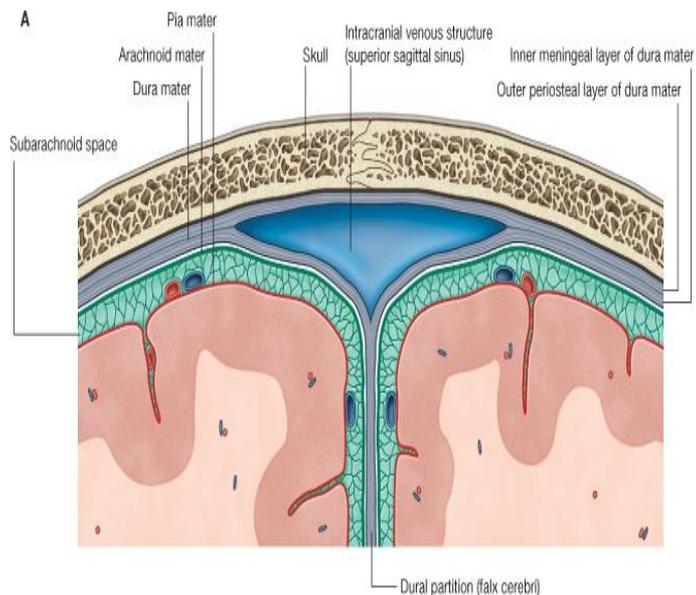
b) задний

Каждый отдел содержит соответствующие корешки СМН.

Отделы подпаутинного пространства сообщаются между собой на уровне дуг зубчатой связки.



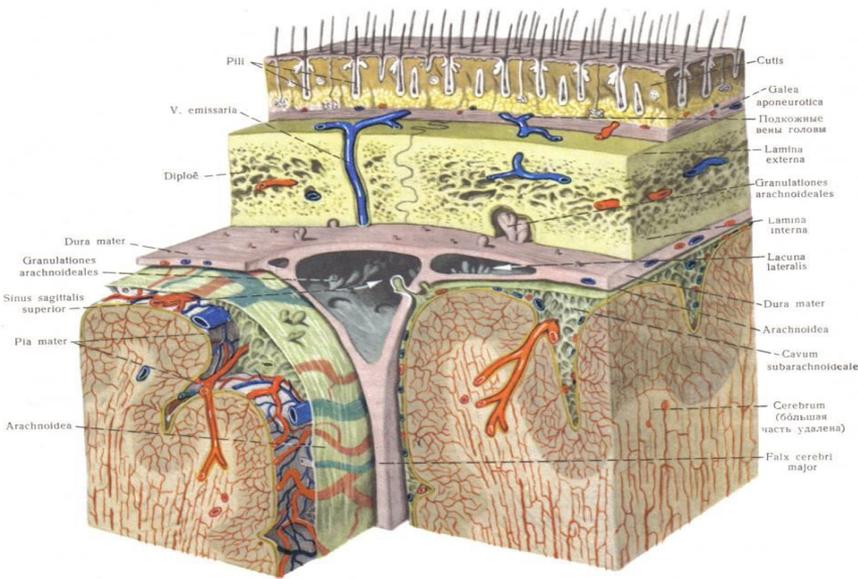
Твердая оболочка головного мозга



© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

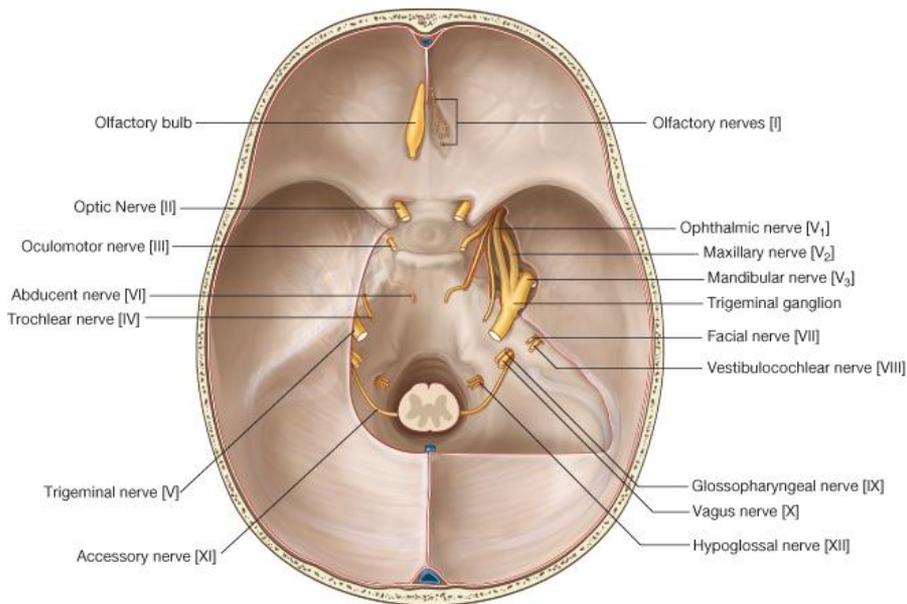
- **ТОГО** является продолжением одноименной оболочки СМ, но отличается от последней тем, что состоит из двух листков:
 1. Наружного - **эндостеального**
 2. Внутреннего - **менингеального**
- **Наружный слой** покрывает изнутри кости черепа, продолжаясь в их надкостницу.
- **Внутренний слой** покрывает головной мозг, образуя для него защитную оболочку.

Структура ТОГМ



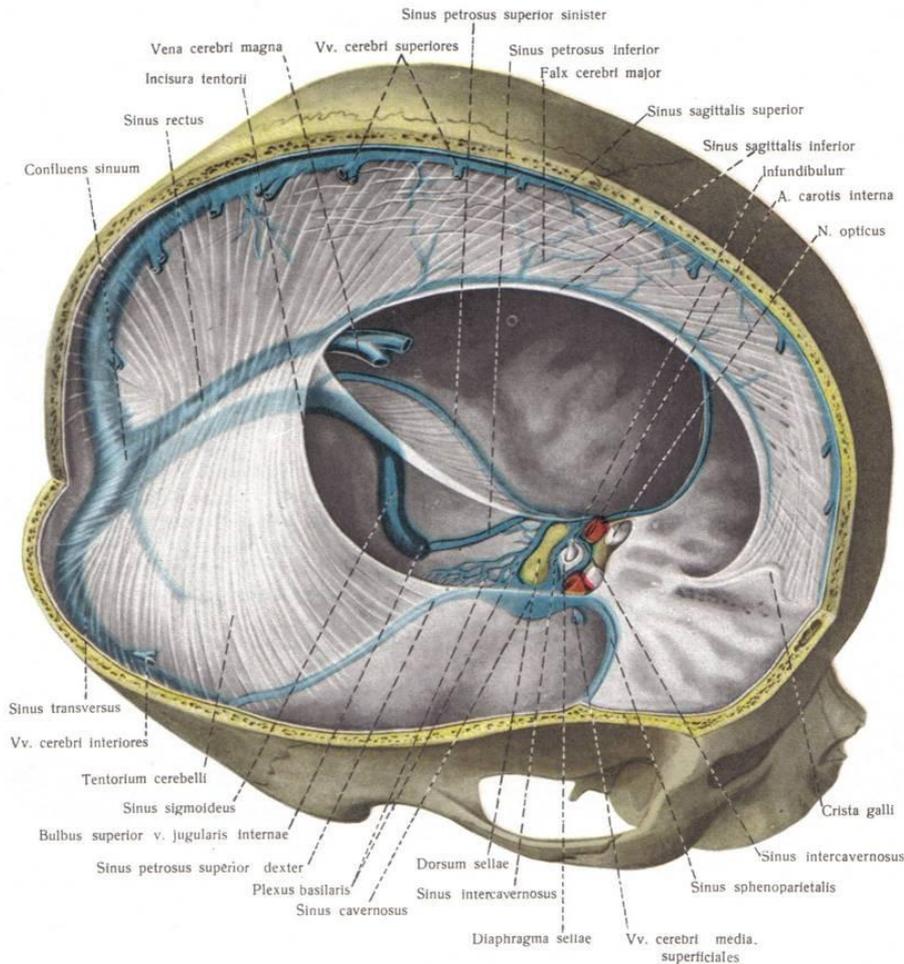
- **Внутренняя поверхность** гладкая, блестящая и выстлана мезотелием.

- **Наружная поверхность ТОГМ** шероховатая, содержит сосуды и соединительно-тканые волокна.



- ТО срастается с костями черепа в области костных выступов основания черепа, а также на уровне швов свода черепа.

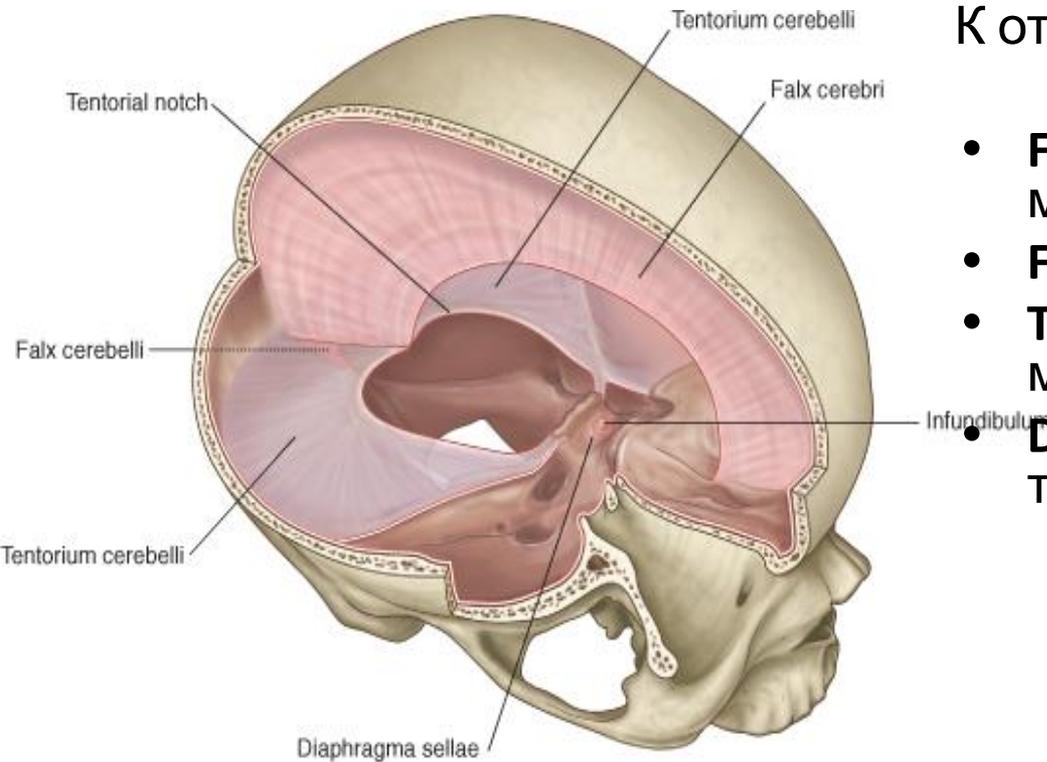
Структурные особенности ТОГМ



- ТОГМ отличается от одноименной оболочки СМ по следующим признакам:
 1. ТОГМ соприкасается с костями черепа, и отсутствует эпидуральное пространство.
 2. От внутренней поверхности ТОГМ отходят отростки, которые делят полость черепа на части.
 3. ТОГМ образует венозные синусы.

Отростки твердой мозговой оболочки

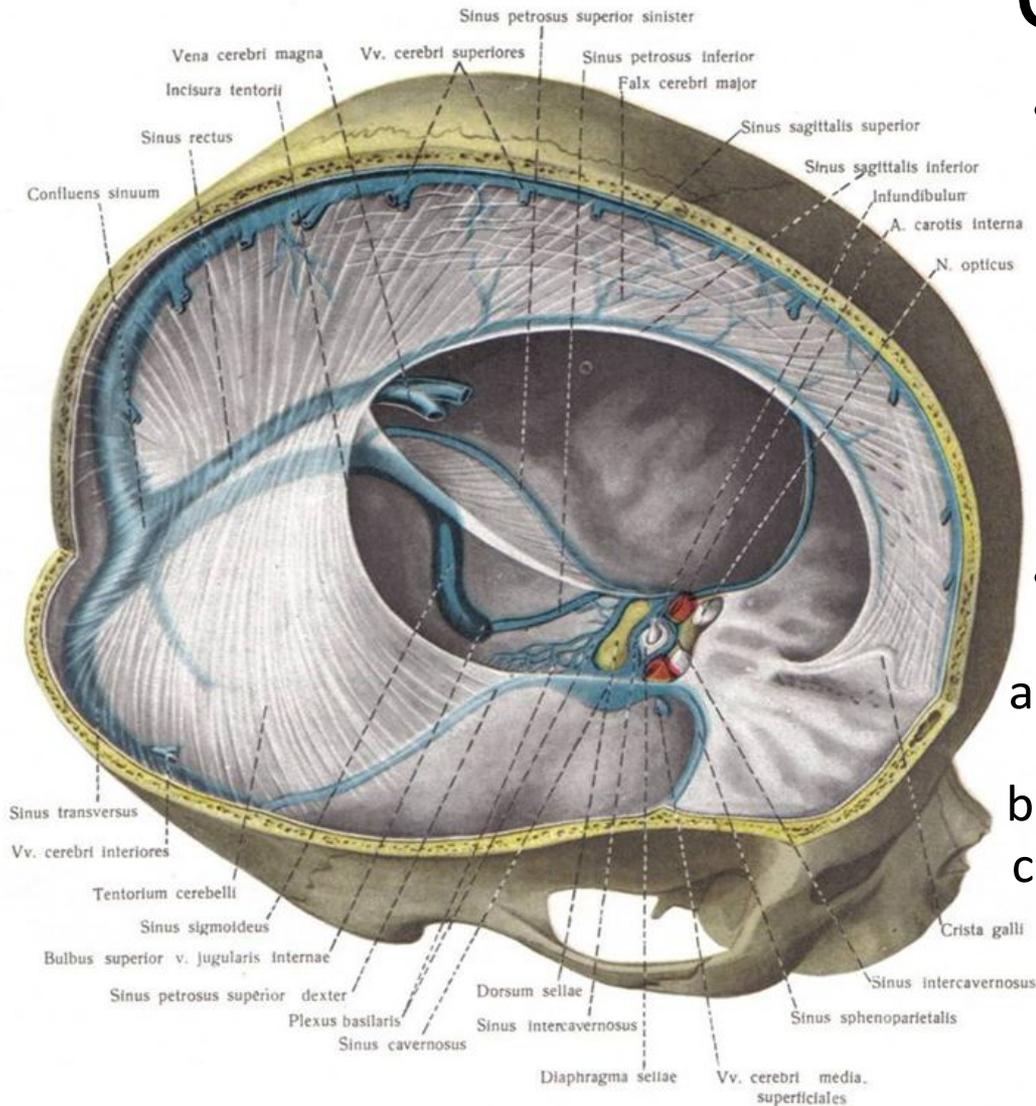
Отростки ТОГМ выстланы мезотелием и состоят из соединительных и эластических волокон.



К отросткам ТОГМ относятся:

- **Falx cerebri** (серп большого мозга)
- **Falx cerebelli** (серп мозжечка)
- **Tentorium cerebelli** (намет мозжечка)
- **Diaphragma sellae** (диафрагма турецкого седла)

Синусы ТОГМ



- Синусы ТОГМ представляют собой венозные каналы, расположенные в толще ТОГМ, которые способствуют венозному оттоку от головного мозга в внутренние яремные вены.
- Структурные особенности синусов:
 - a) Их стенки образованы за счет расщепления ТОГМ
 - b) Не содержат клапанов
 - c) Сообщаются между собой

Классификация синусов ТОГМ

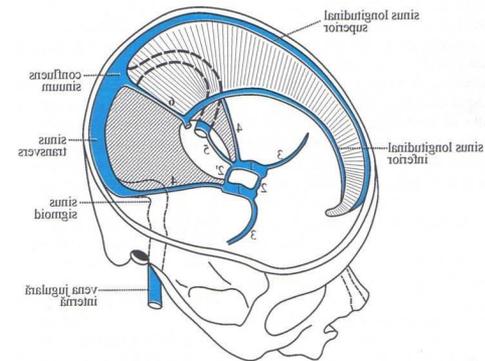
- В зависимости от их локализации различают:
 - a) Синусы свода черепа
 - b) Синусы основания черепа

Синусы свода черепа

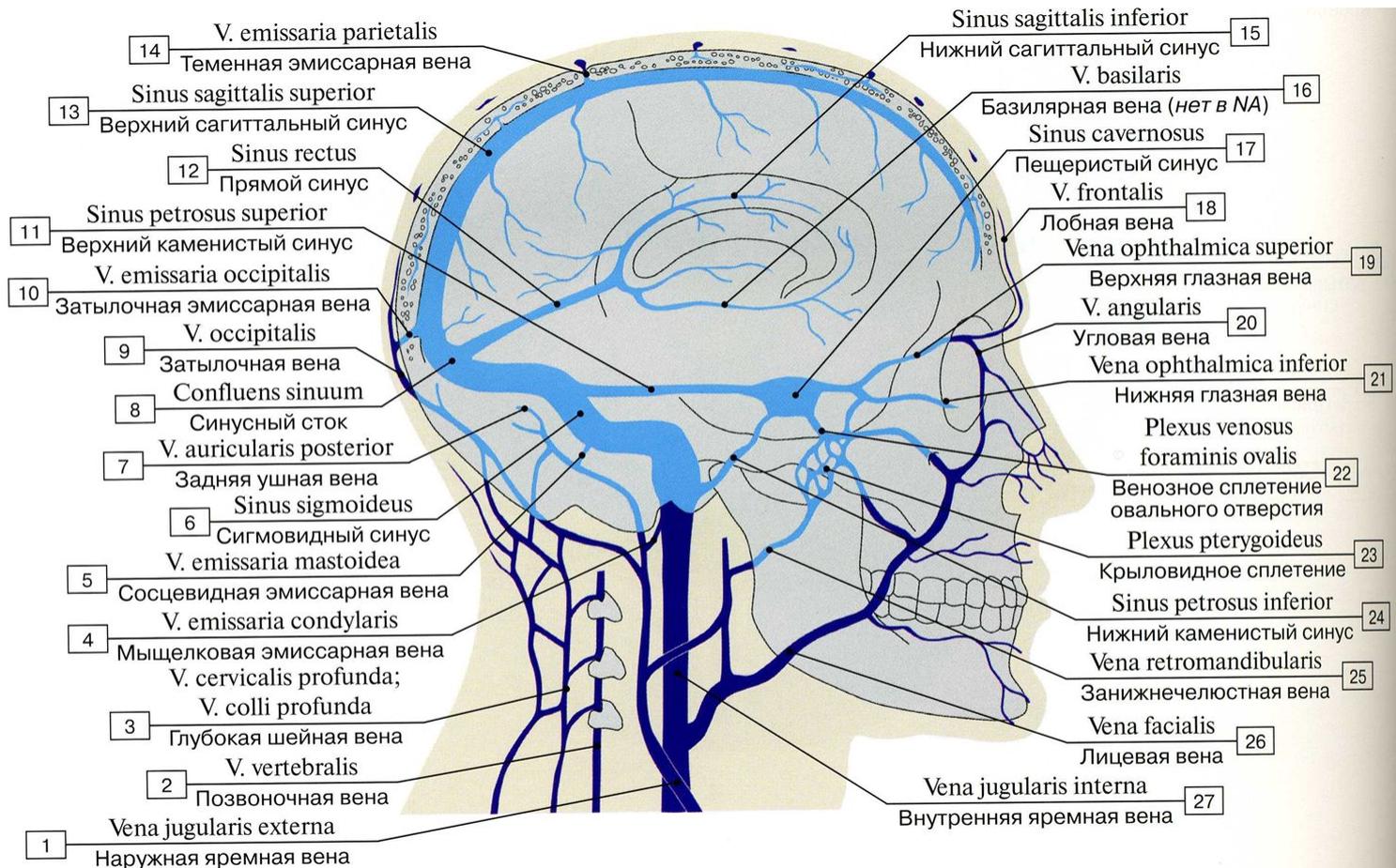
1. Верхний сагиттальный синус
2. Нижний сагиттальный синус
3. Прямой синус
4. Латеральные синусы включают: поперечный и сигмовидный синусы

Синусы основания черепа

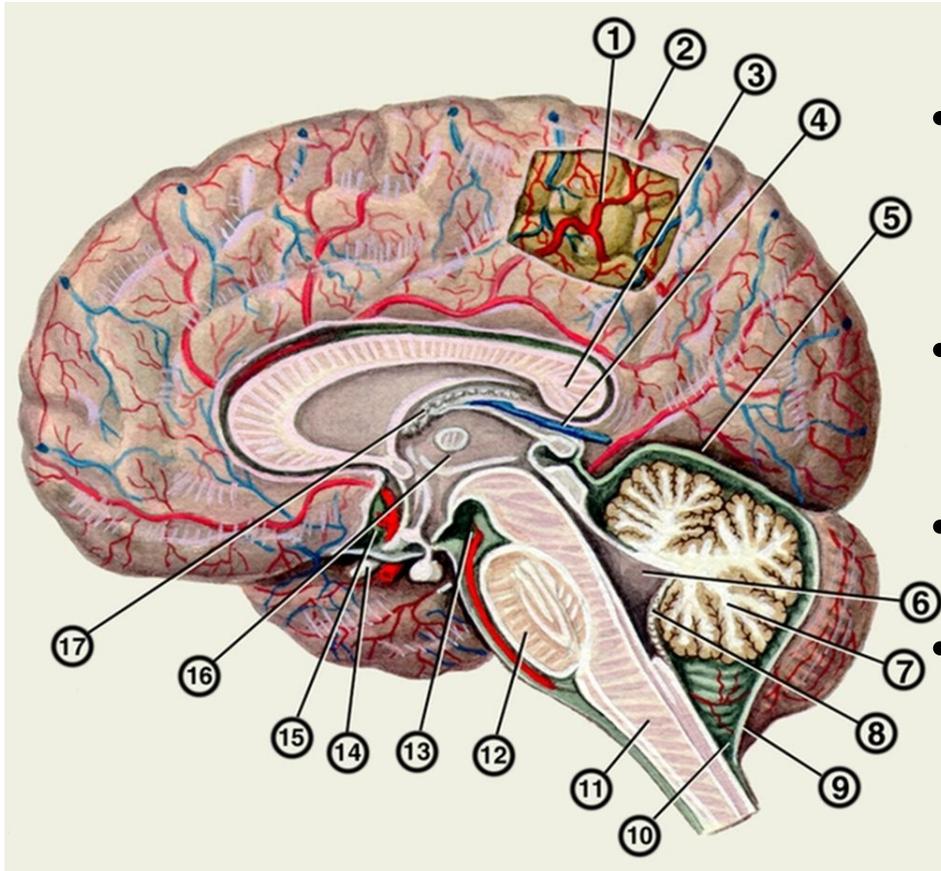
1. Клиновидно-теменной синус
2. Пещеристый синус
3. Передний и задний межпещеристые синусы
4. Основной синус (базилярный)
5. Верхний и нижний каменистые синусы



Сообщения синусов



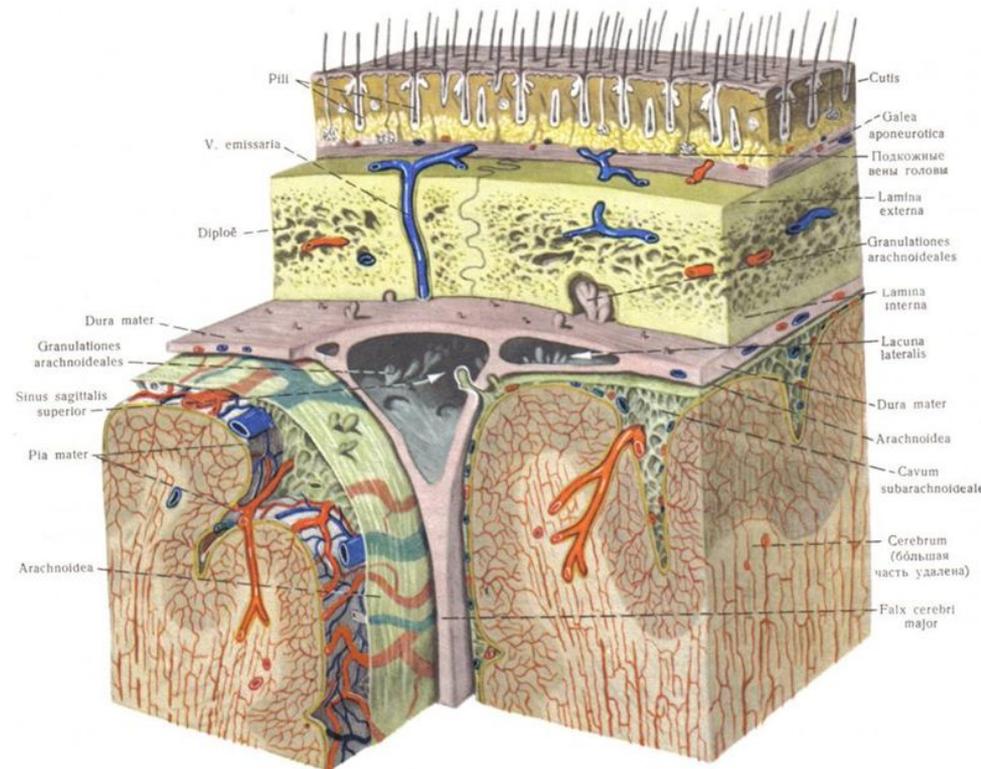
Паутинная оболочка головного мозга



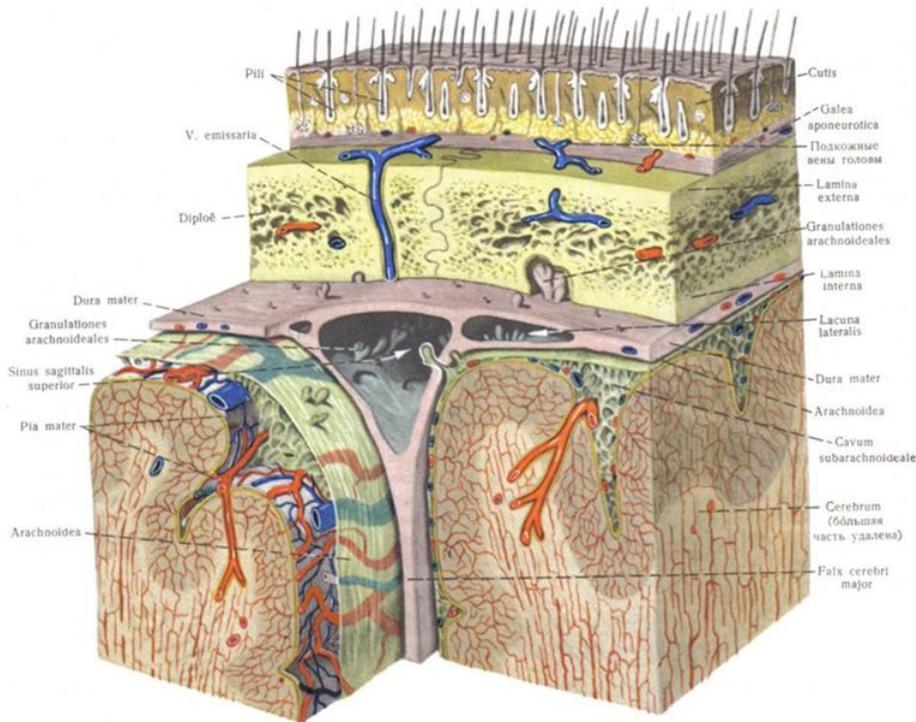
- Паутинная оболочка натянута над извилинами головного мозга, но не заходит в борозды.
- Она разделяет субдуральное и субарахноидальное пространства.
- В оболочке нет кровеносных сосудов, она образована арахноидэндотелиальными клетками и пучками коллагеновых фибрилл, толщина и количество которых варьируют на различных участках.

Паутинная оболочка головного мозга

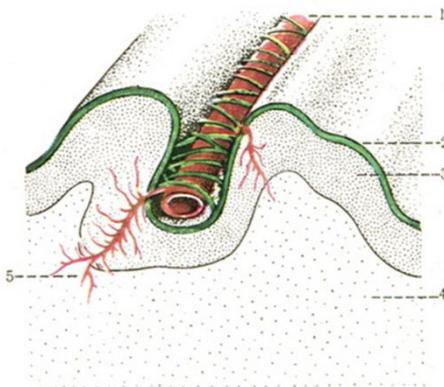
- а) **Внутренняя поверхность** направлена в сторону подпаутинного пространства и выстлана одним рядом плоских клеток, расположенных на базальной мембране.
- б) **Наружная поверхность** соприкасается с ТОГМ и отделена от последней лишь тонкой пленкой жидкости.



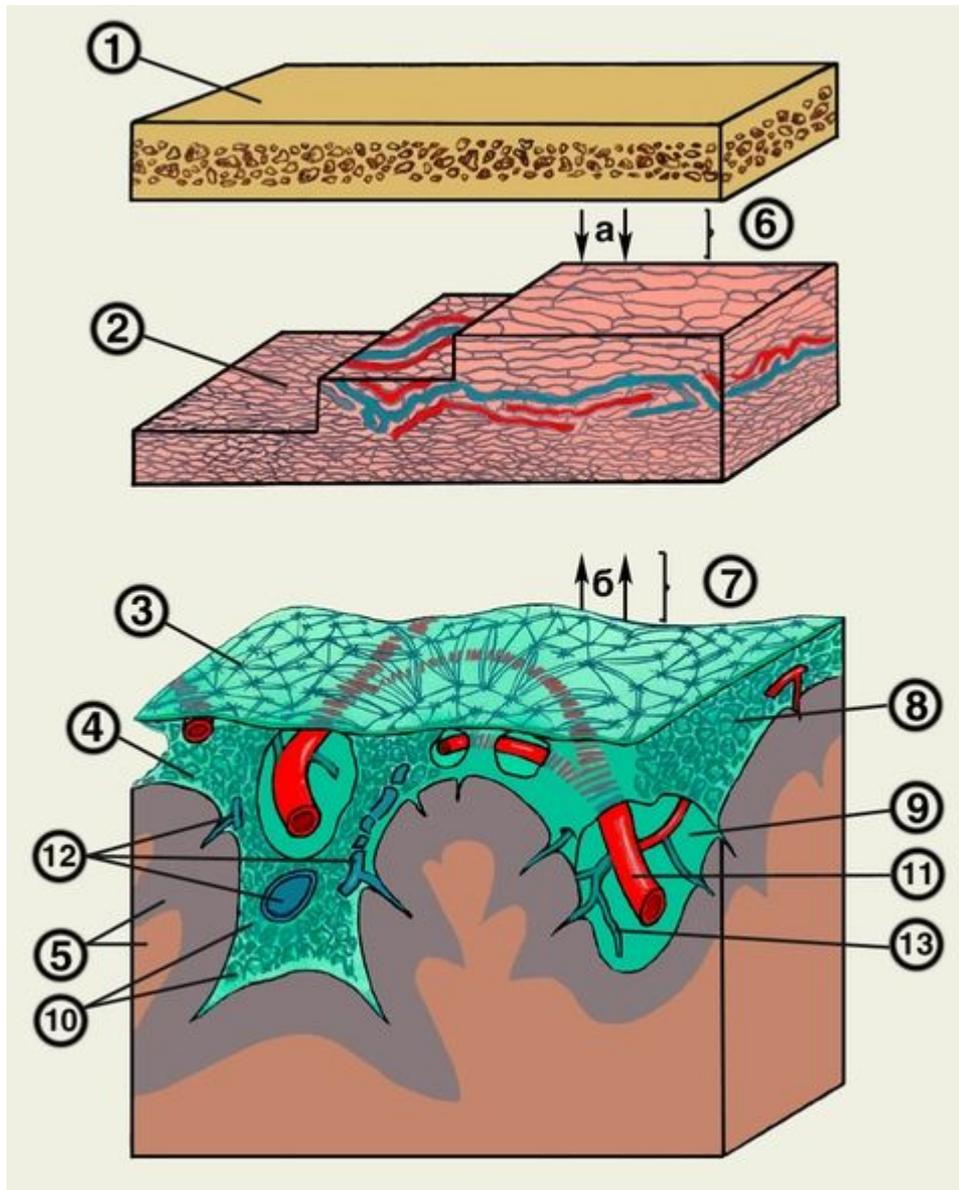
Паутинная оболочка головного мозга



- Через паутинную оболочку, обладающую высокой проницаемостью, осуществляется отток цереброспинальной жидкости из субарахноидального пространства в субдуральное.
- На ее поверхности имеются реактивные структуры в виде клеточных пятен, клеточных холмиков, арахноидальных ворсин и арахноидальных (пахионовых) грануляций. Последние представляют собой выпячивание лептоменинка и могут вдаваться в субдуральное пространство, в синусы.
- Функциональное значение этих образований состоит в фиксации («подвешивании») головного мозга в полости черепа, а также в обеспечении оттока цереброспинальной жидкости из субарахноидального пространства.



1 — артерия; 2 —
сосудистая оболочка; 3 —
кора; 4 — белое вещество;
5 — капилляры.



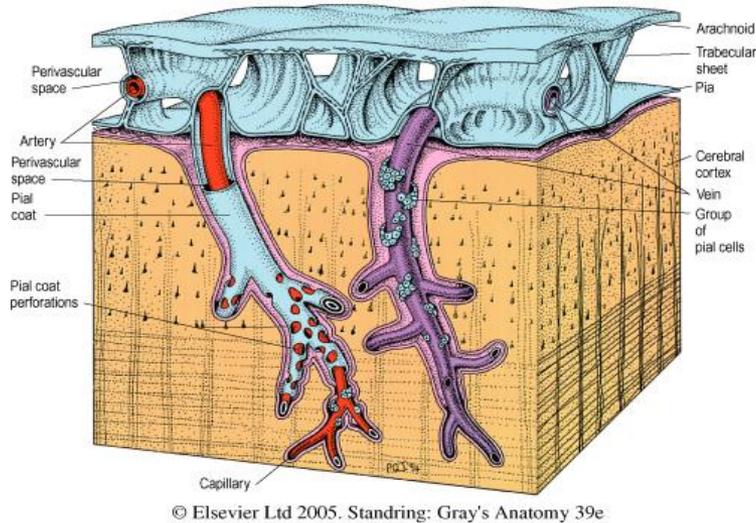
Субарахноидальное пространство дифференцировано на систему ликвороносных каналов и систему субарахноидальных ячеек.

Ликвороносные каналы — сеть трубок диаметром 5—20 мкм, начинающихся от цистерн — участков расширения субарахноидального пространства. Каналы распространяются по бороздам больших полушарий, переходят на извилины, ветвятся и анастомозируют между собой. Они служат руслом цереброспинальной жидкости.

Субарахноидальные ячейки занимают пространство вне каналов, они связаны между собой и с каналами отверстиями, через которые перетекает цереброспинальная жидкость. Каналы и ячейки имеют волокнистый каркас из тонких пучков коллагеновых фибрилл, выстланы арахноидэндотелиальными клетками. Функционально субарахноидальные ячейки являются защитной системой. Движение цереброспинальной жидкости в них замедлено, а арахноидэндотелиальные клетки обладают фагоцитарной активностью.

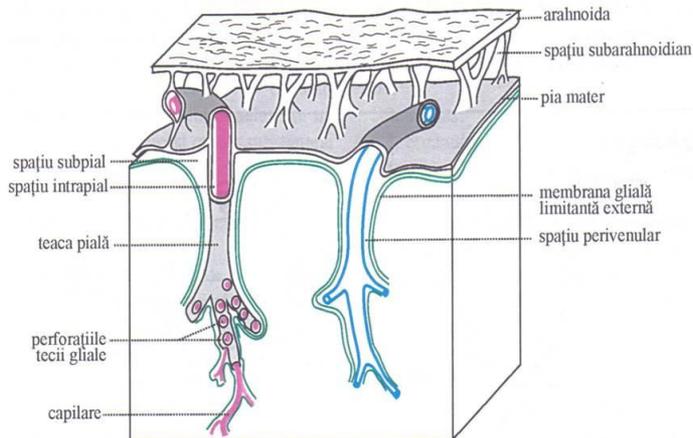
Мозговые артерии и их ветви располагаются в просвете ликвороносных каналов, в которых они фиксированы посредством коллагеновых струн. Вены проходят среди ячеек.

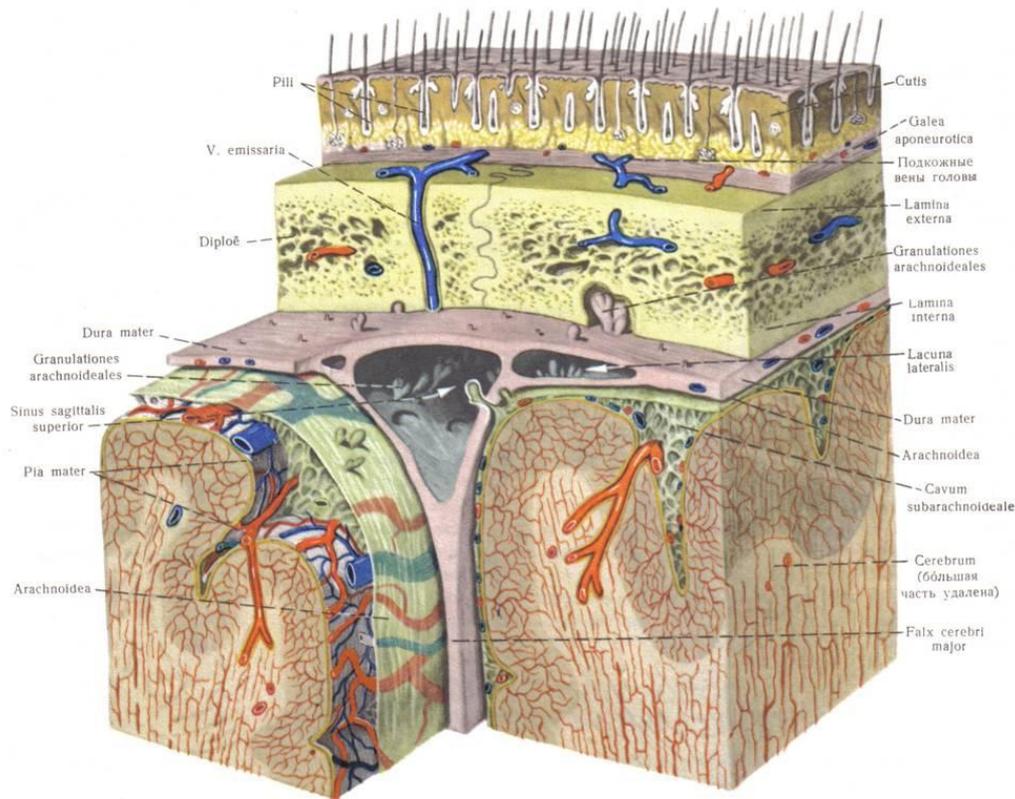
Мягкая мозговая оболочка



- Мягкая мозговая оболочка (ММО) покрывает вещество головного мозга.

1. **Наружная поверхность** ММО направлена в сторону подпаутинного пространства. К ней прикрепляются тонкие трабекулы, отходящие от паутинной оболочки.
2. **Внутренняя поверхность** граничит с веществом мозга, повторяя его рельеф.

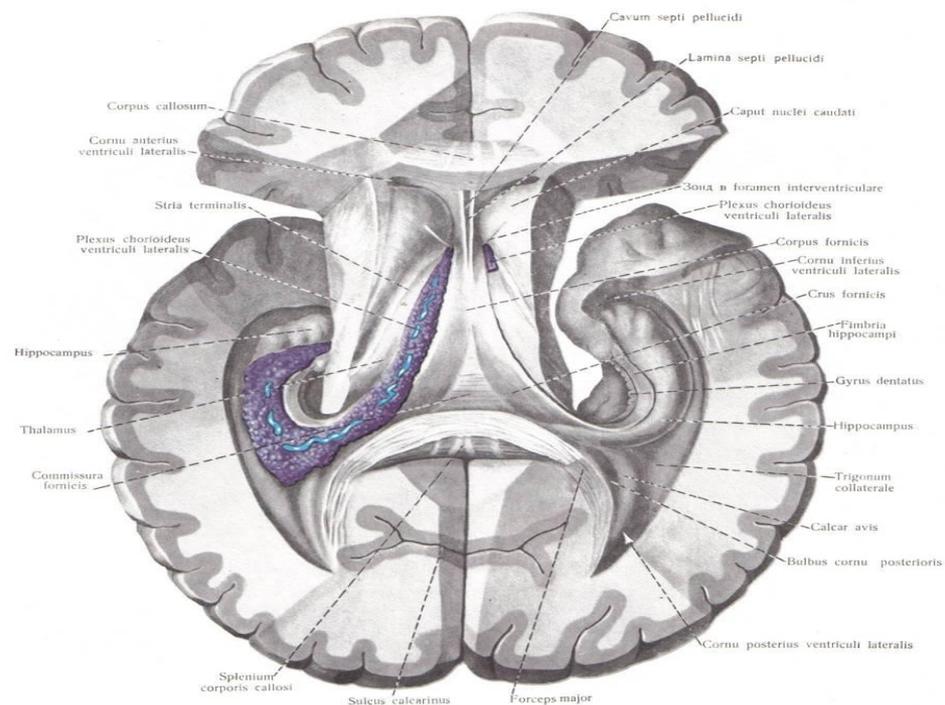
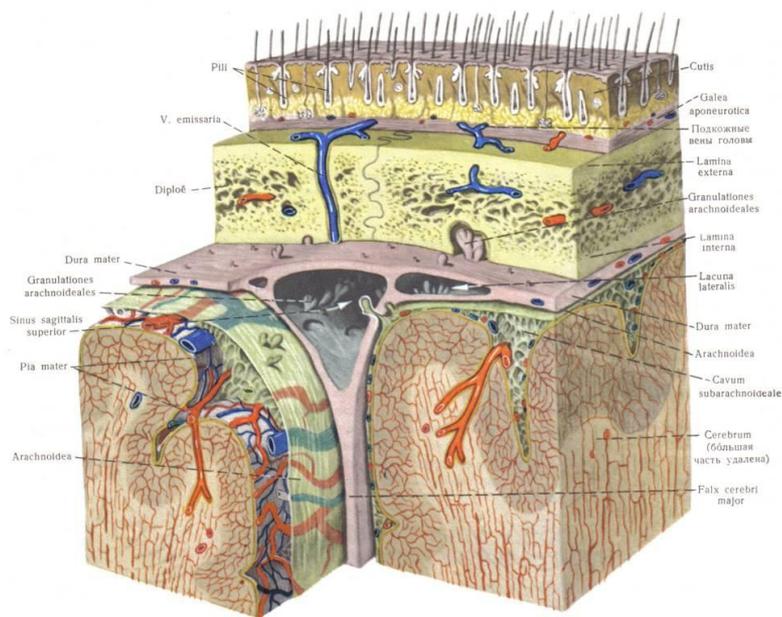




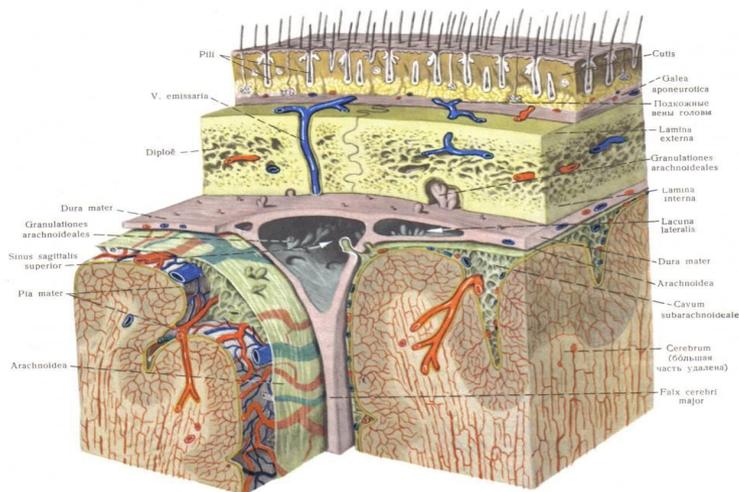
- ММО образована базальной мембраной, на которой расположены нежные соединительно-тканые волокна и один ряд мезотелиальных клеток.
- Эти клетки связаны между собой посредством проницаемых связей, которые способствуют обмену макромолекулами между СМЖ и веществом мозга.

Мягкая мозговая оболочка:

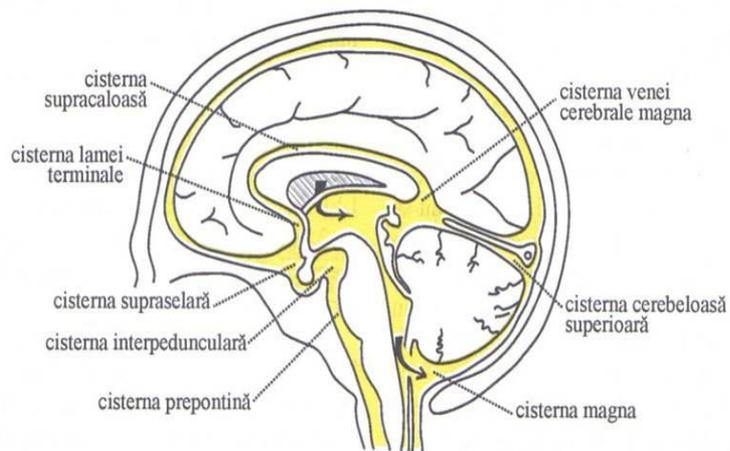
1. Содержит богатую кровеносную сеть, от которой отходят ветви, проникающие в вещество мозга.
2. Образует сосудистую основу и сосудистые сплетения желудочков мозга.



Подпаутинное пространство



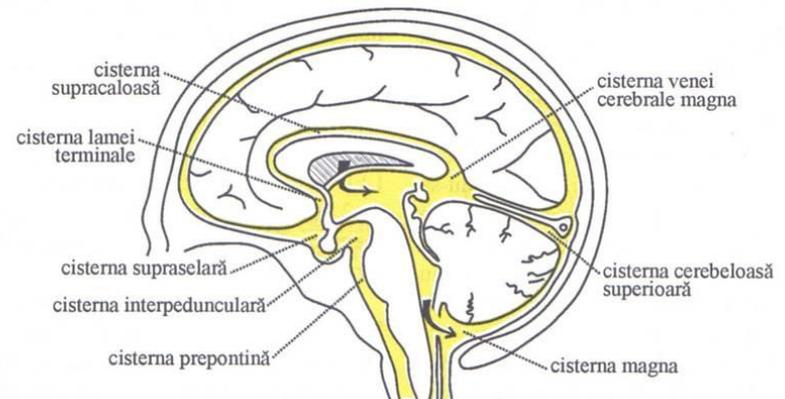
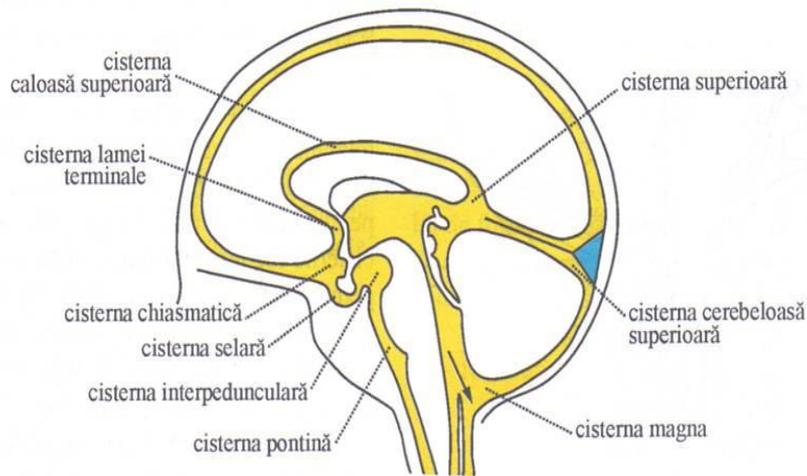
- Подпаутинное пространство расположено между паутинной и мягкой мозговыми оболочками.



- В некоторых местах подпаутинное пространство расширено, образуя подпаутинные цистерны.

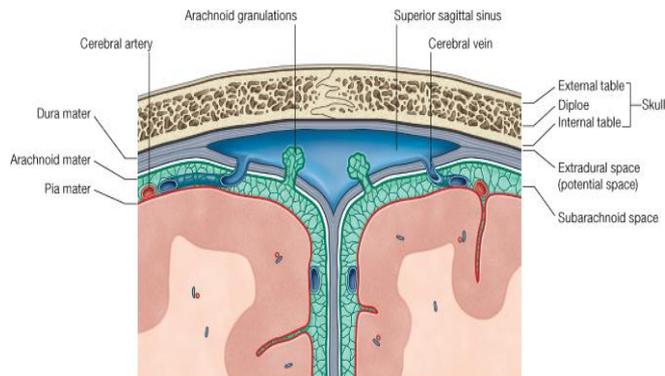
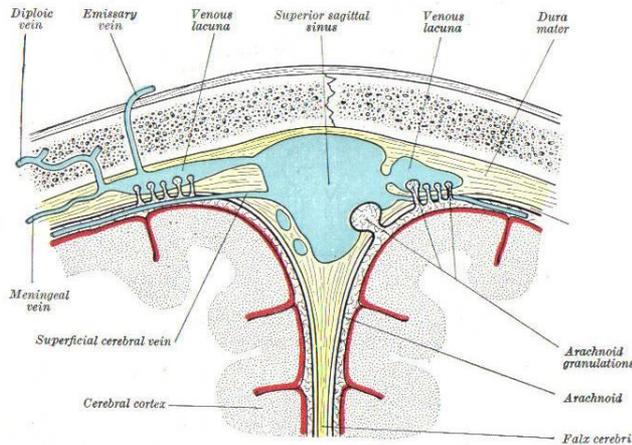
Подпаутинные цистерны

1. Мозжечково-мозговая цистерна
2. Цистерна моста
3. Межножковая цистерна
4. Цистерна перекреста
5. Цистерна латеральной ямки
6. Цистерна конечной пластинки
7. Цистерна мозолистого тела
8. Цистерна большой вены мозга (*cisterna vena magna cerebri*)
9. Обходная цистерна (*cisterna ambiens*) или верхняя мозжечковая цистерна.



Грануляции паутинной оболочки

- Вблизи синусов ТОГМ паутинная оболочка образует выпячивания, называемые **грануляциями паутинной оболочки**.
- Они вдаются в венозные синусы и в боковые лакуны твердой оболочки.



Спинно-мозговая жидкость

СМЖ образуется из плазмы крови и содержит все ее компоненты, но они отличаются в количественном отношении.

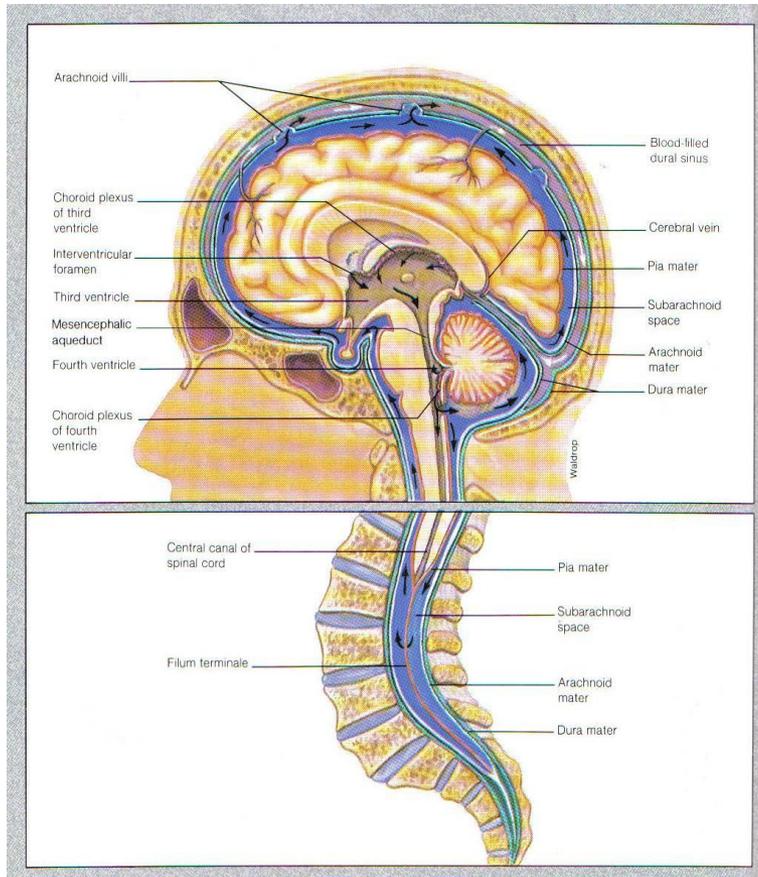
Вода, Na, HCO₃, и креатинин имеют почти одинаковые значения в обеих жидкостях.

Содержание глюкозы, белков, мочевины, мочевой кислоты, K, Ca и pH в СМЖ ниже, чем в плазме крови.

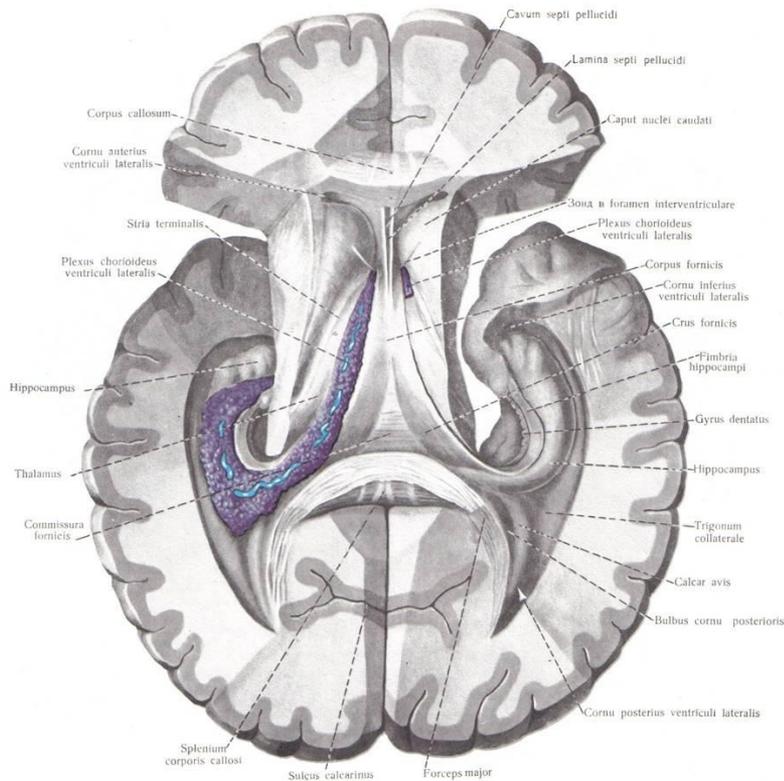
Mg и хлористые соединения в СМЖ выше, чем в плазме крови.

Спино-мозговая жидкость

- В норме СМЖ содержит от 1 до 5 форменных элементов крови на 1 мм³ (обычно это лимфоциты).
- Общее количество СМЖ у взрослого около 140 ml.
- СМЖ вырабатывается со скоростью 0,35 ml/min.
- За сутки вырабатывается от 400 до 500 ml СМЖ.
- В течение суток СМЖ обновляется 4 раза, то есть примерно каждые 6 часов.



Происхождение СМЖ

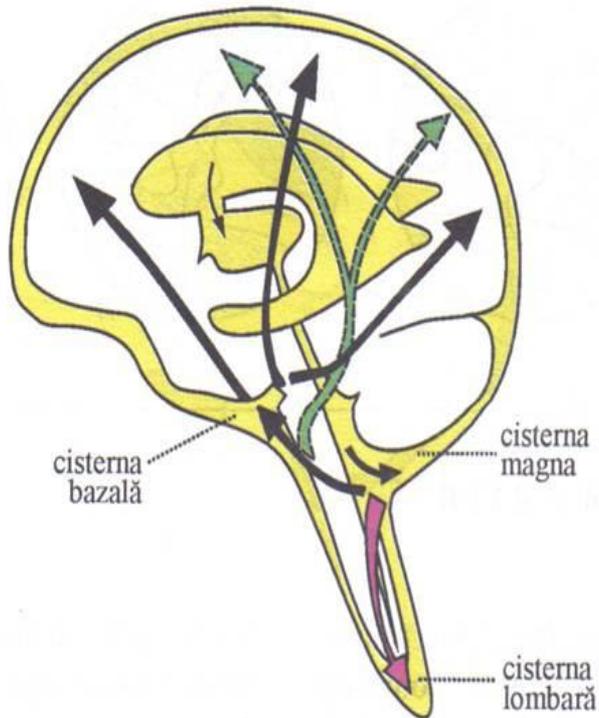


- Около 60-70% общего количества СМЖ вырабатывается за счет сосудистых сплетений желудочков мозга.
- Остальные 30-40 % экстраплексуального происхождения.

Механизм выработки СМЖ

- Некоторые компоненты СМЖ проходят методом диффузии из плазмы крови в СМЖ (вода).
- При помощи активных механизмов, протекающих на уровне эпителия сосудистых сплетений, проникает большинство ионов.

Отделы содержащие СМЖ



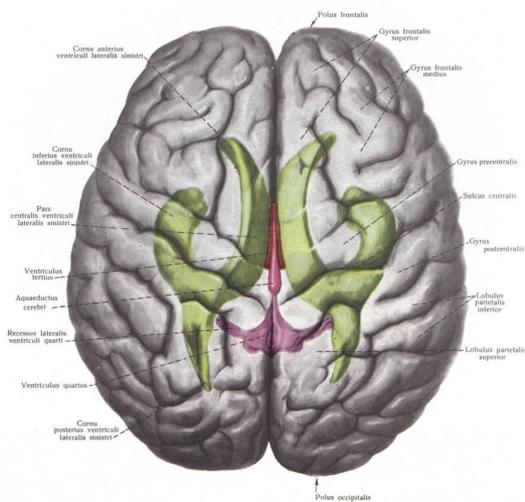
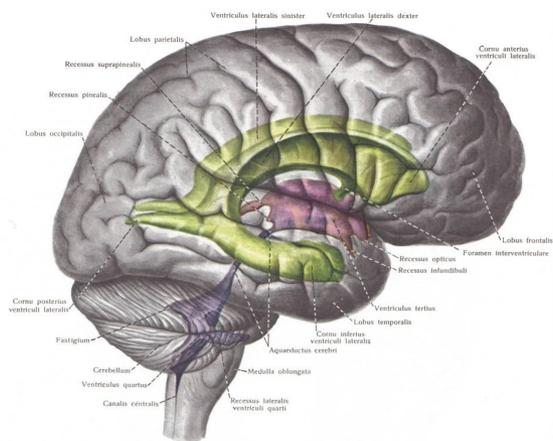
- **Внутренние пространства** - желудочковый отдел
- **Наружные пространства** – подпаутинный отдел
- Эти два отдела сообщаются между собой на уровне IV желудочка.

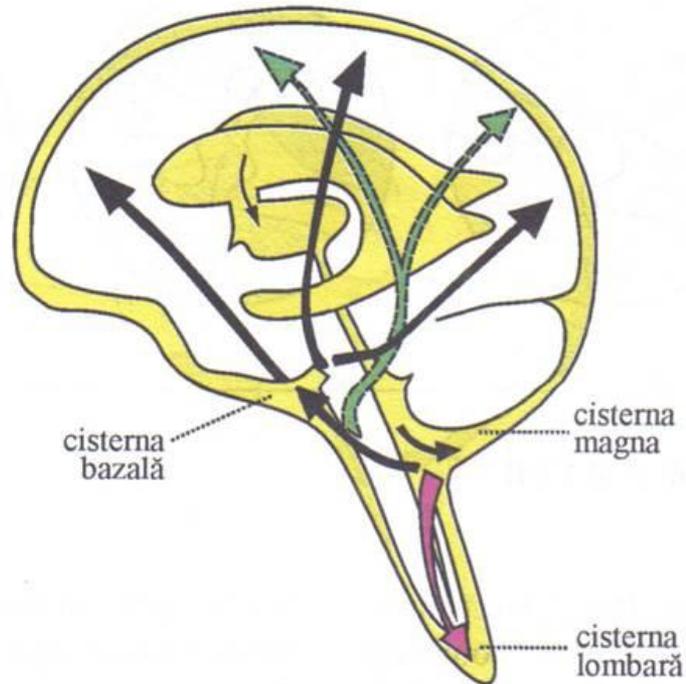
Движение СМЖ

- СМЖ движется со стороны желудочкового отдела в сторону подпаутинного.

Желудочковый отдел

- Через межжелудочковые отверстия СМЖ поступает из боковых желудочков в третий.
- Из III желудочка через водопровод мозга СМЖ поступает в IV желудочек.
- Из IV желудочка СМЖ поступает в мозжечково-мозговую цистерну подпаутинного пространства.

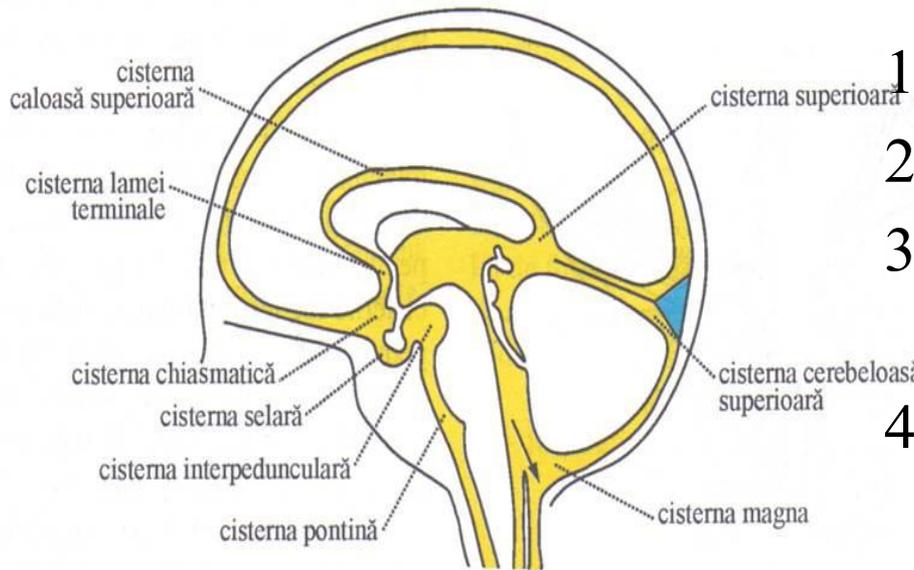




Подпаутинный отдел

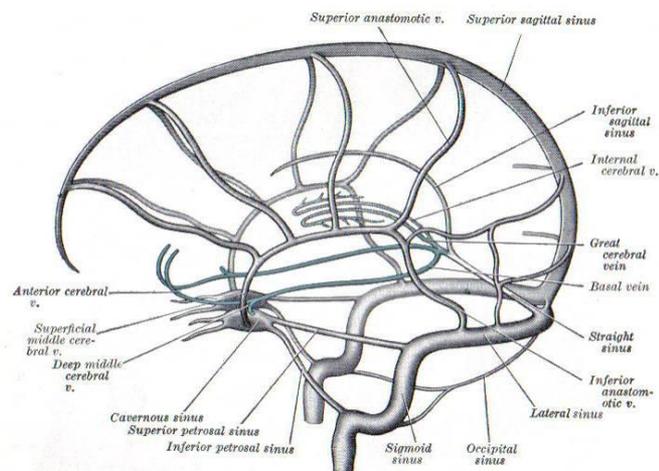
- Из мозжечково-мозговой цистерны СМЖ двигается в двух направлениях:
 1. В сторону подпаутинного пространства СМ
 2. В сторону подпаутинного пространства ГМ.

Факторы воздействующие на движение СМЖ



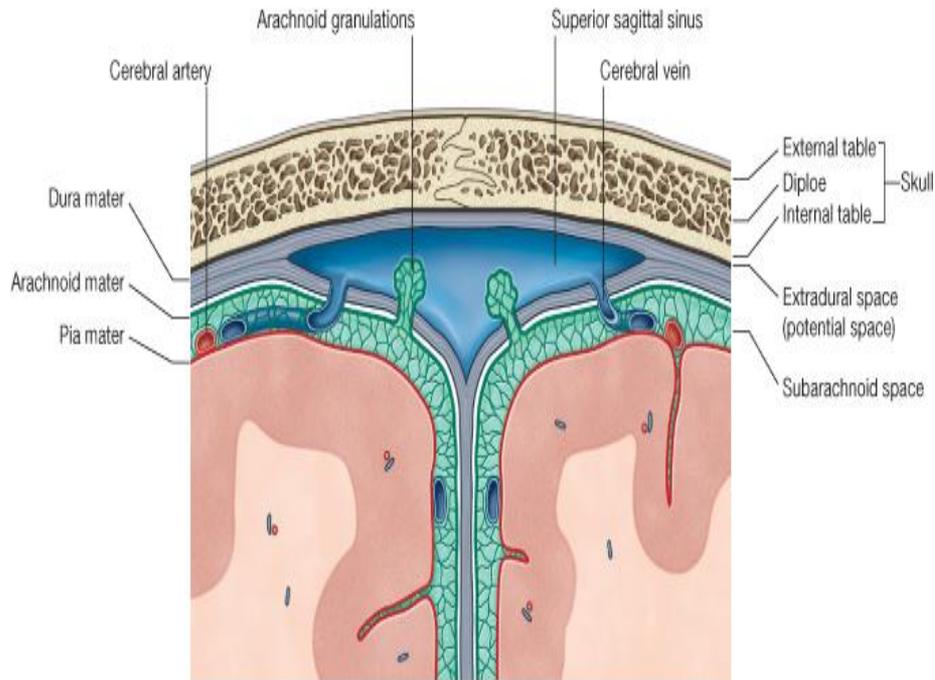
1. Пульсация артерий
2. Дыхание
3. Физическая нагрузка и кашель
4. Давление

Выведение СМЖ



- СМЖ постоянно вырабатывается и одновременно происходит его всасывание.
- Количество СМЖ остается постоянным.
- Всасывание СМЖ происходит:
 1. Венозным путем
 2. По вторичным путям

Венозный путь всасывания

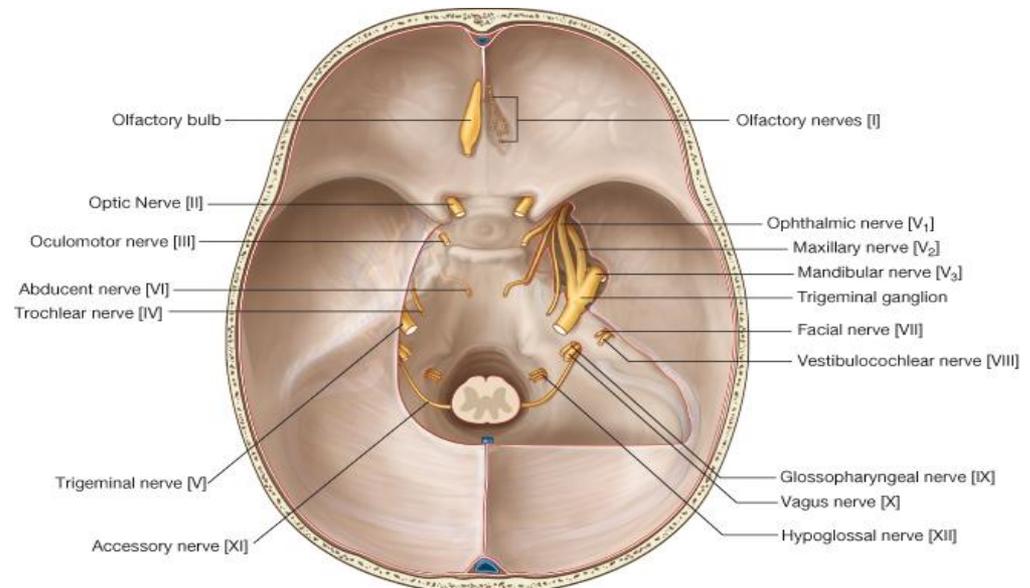
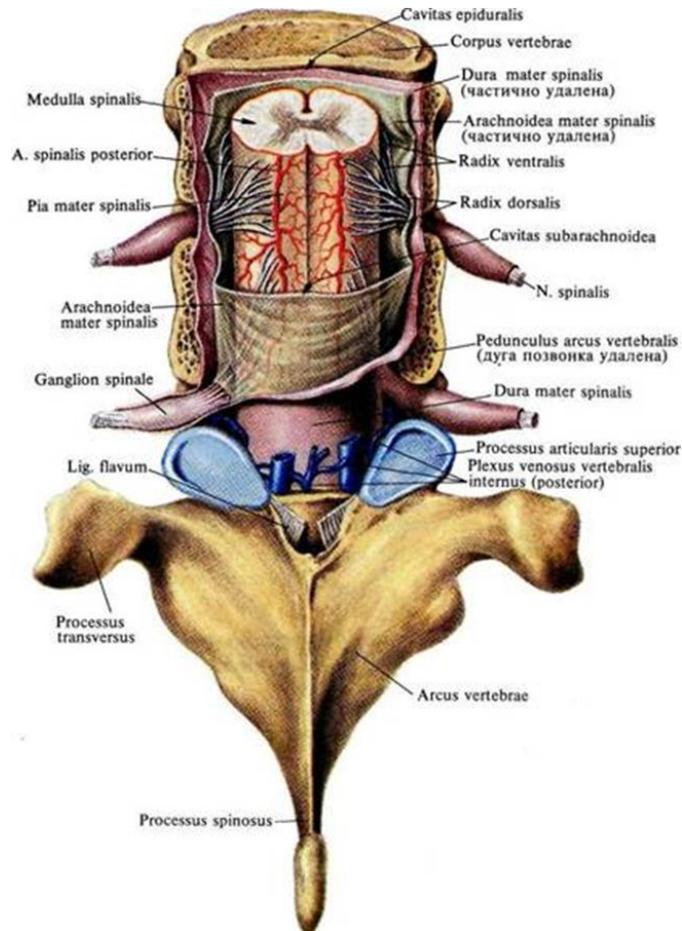


© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

1. Является основным путем реабсорбции СМЖ.
2. Осуществляется посредством грануляций паутинной оболочки.

Вторичные пути всасывания СМЖ

- Реабсорбция СМЖ происходит вдоль влагалищ СМН и черепных нервов.



Роль СМЖ

Механическая функция

Биологическая функция

Экскреторная функция

- *Механическая функция СМЖ*

- a) Головной мозг фиксируется при помощи сосудов, нервов и трабекул подпаутинного пространства.
- b) Головной мозг плавает в СМЖ и таким образом реальная масса мозга “in situ” уменьшается с 1400 gr до 50 gr.
- c) СМЖ защищает головной мозг от ушибов и от резких перепадов внутричерепного давления.
- d) Выполняет роль амортизатора и защищает мозг от пульсирующего воздействия артерий.

Биологическая функция

1. Трофическая функция
2. Иммунологическая функция
3. СМЖ проводит нейрогормоны и нейромодуляторы
4. СМЖ поддерживает гомеостаз

Экскреторная функция

Через СМЖ выводятся:

- Продукты катаболизма мозга: CO₂, холин.
- Иммуноглобулины и альбумины
- Некоторые лекарства: антибиотики и сульфаниламиды
- Клеточные элементы, случайно попавшие в СМЖ

Барьеры ЦНС

1. Гемато-энцефалический барьер
2. Барьер кровь – СМЖ
3. Барьер мозг – СМЖ

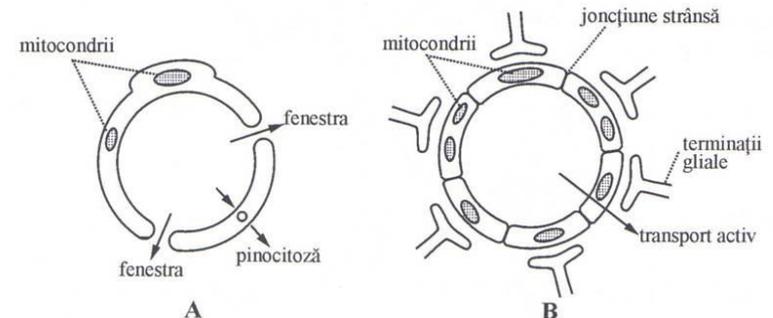
Гематоэнцефалический барьер

ГЭБ образован стенкой мозговых капилляров, на наружной поверхности которых расположены отростки астроцитов.

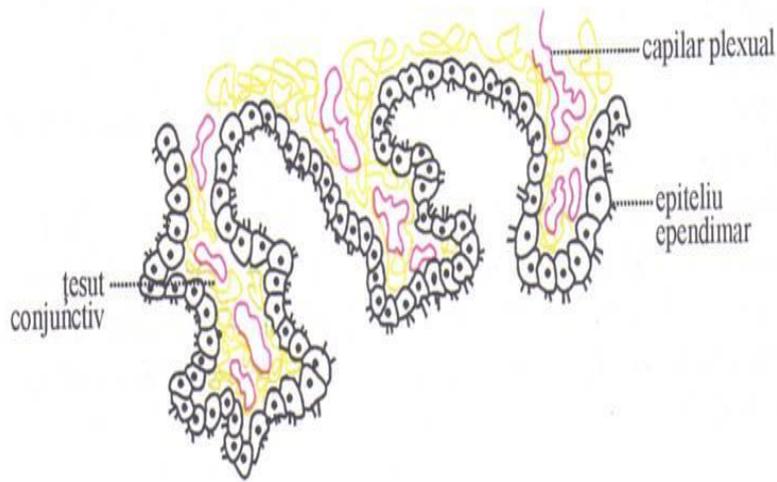
- **Структурные особенности мозговых капилляров:**

Стенка мозговых капилляров состоит из базальной мембраны, на которой расположены эндотелиальные клетки.

- a) между этими клетками имеются сильные связи, которые препятствуют свободному прохождению веществ, обладая высоко дифференцированными транспортными механизмами.
- b) эндотелиальные клетки содержат много митохондрий.
- c) на уровне мозговых капилляров отсутствуют пиноцитарные пузырьки.

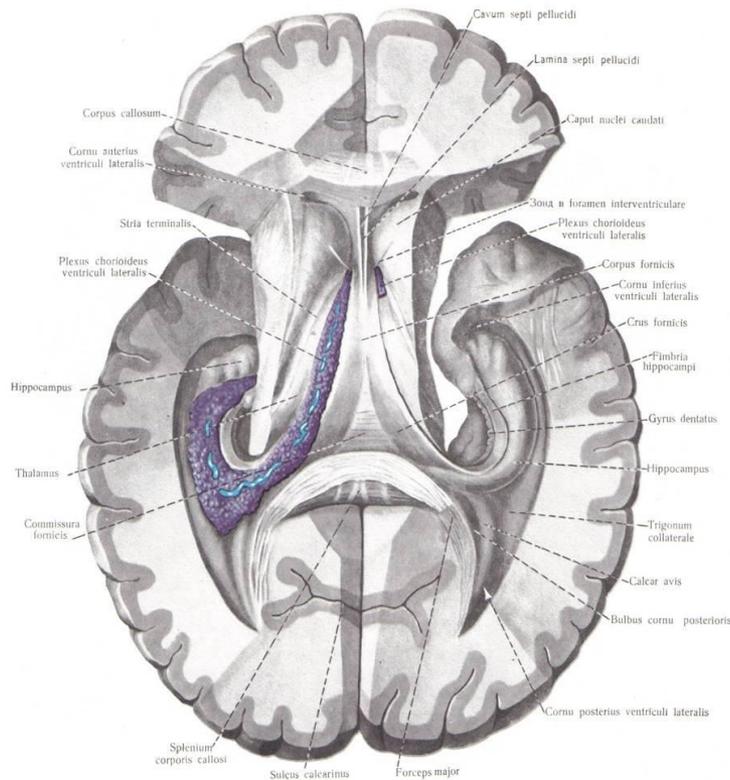


Барьер кровь – СМЖ или кровеносно-ликворный барьер



- *Этот барьер образован стенкой капилляров и секреторной эпендимой сосудистых сплетений желудочков мозга.*
- *Данный барьер пропускает вещества селективно и только в направлении кровь – СМЖ, предупреждая переход макромолекул из крови в СМЖ.*

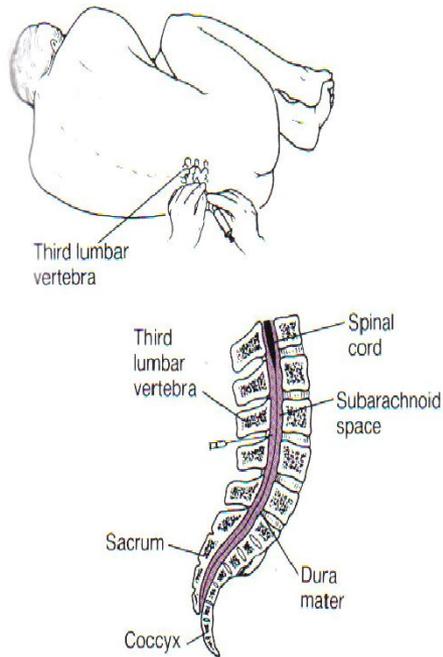
Барьер мозг – СМЖ



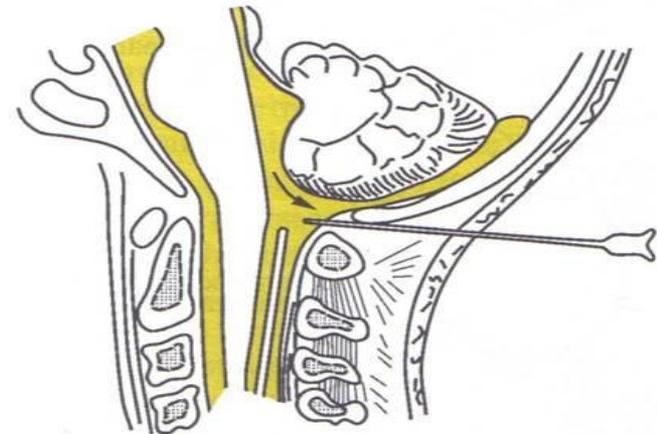
- Этот барьер образован эпендимой желудочков мозга и соседними глиальными элементами.

Методы исследования желудочков и оболочек головного и спинного мозга

- Люмбальная пункция производится между L3-L4 позвонками



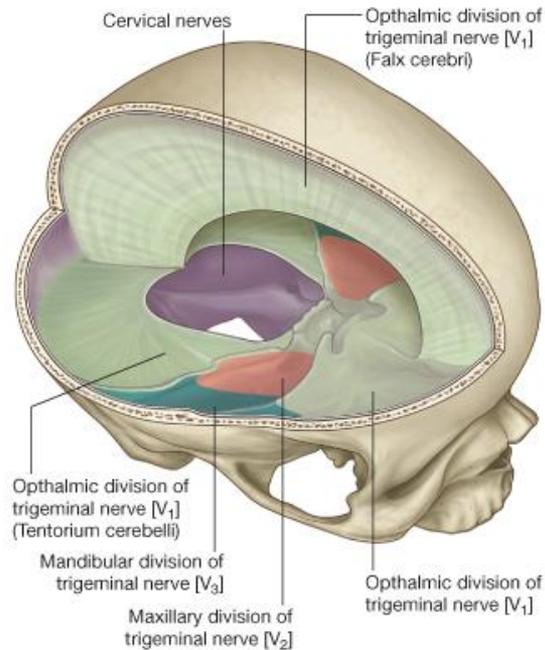
- Пункция мозжечково-мозговой цистерны производится между затылочной костью и задней дугой первого шейного позвонка.



Методы исследования желудочков и оболочек головного и спинного мозга

- Вентрикулография с введением контрастного вещества (радиоактивного натрия).
- Введение коллоидного раствора содержащего радиоактивное золото в подпаутинное пространство.
- Пневмоэнцефалография
- Компьютерная томография
- Ядерно-магнитный резонанс

Иннервация ТОГМ



© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

- ТОГМ имеет богатую чувствительную иннервацию и много свободных нервных рецепторов, которые проводят болевую чувствительность.
- ТОГМ получает иннервацию в основном от ветвей тройничного нерва.
- Область мозжечковой ямки иннервируется менингеальной ветвью блуждающего нерва и чувствительной ветвью от первого СМН.

Развитие мозговых оболочек

- **Твердая мозговая оболочка** развивается из мезенхимы, которая окружает первичную нервную трубку.
- **Паутинная и мягкая мозговые оболочки** эктодермального происхождения и развиваются из эпителия мигрировавшего из узловых гребешков.

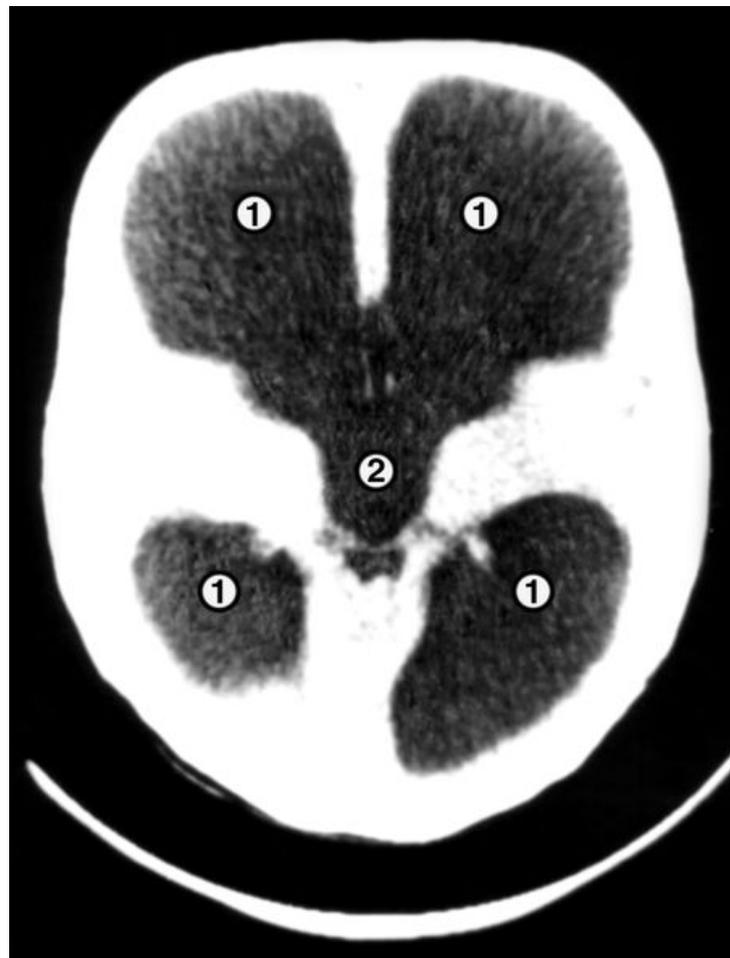
Возрастные особенности оболочек СМ и ГМ

- Соединение твердой оболочки с костями черепа варьирует с возрастом и сильнее выражено в детском и пожилом возрасте.
- С возрастом увеличивается количество паутинных грануляций и они гипертрофируются.
- У взрослого человека имеется около 200-300 ямочек грануляций, а у пожилых людей их количество увеличивается до 400-600.

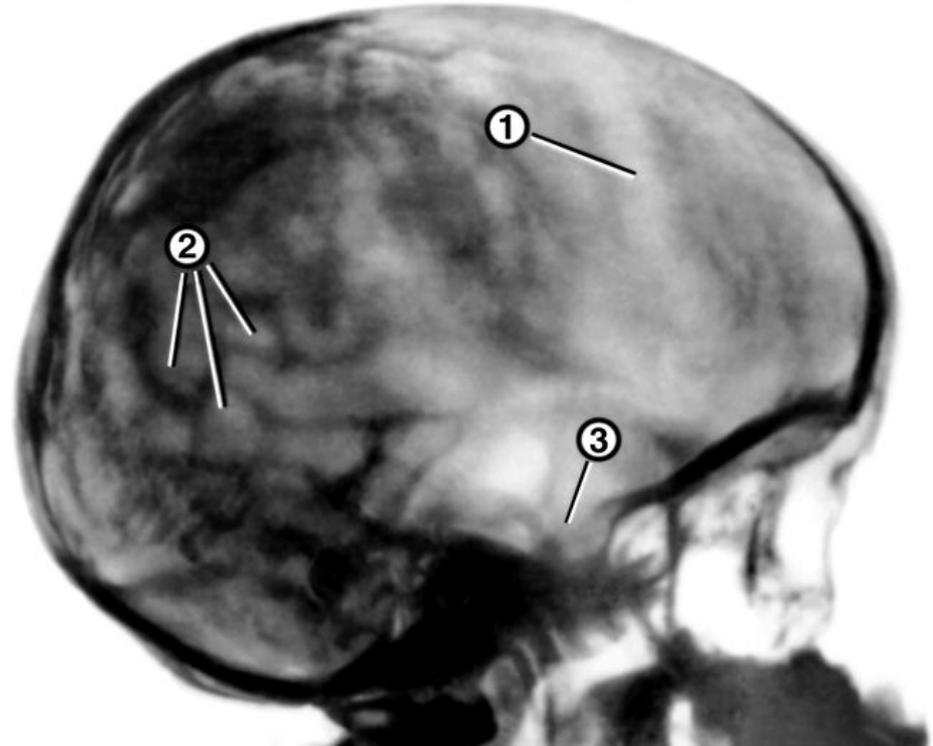
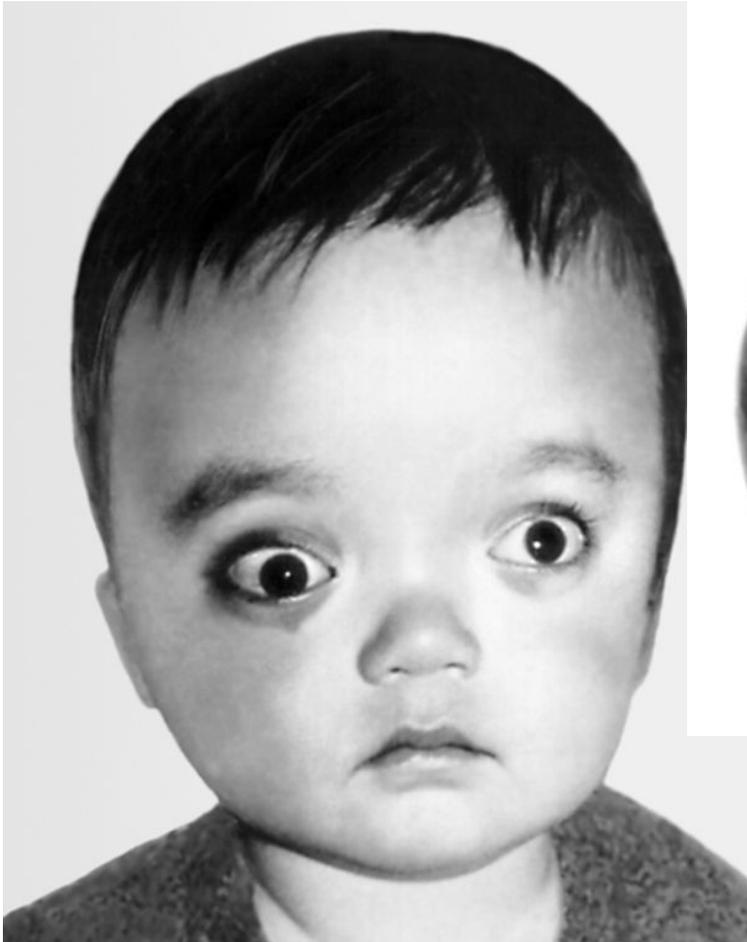
Гидроцефалия

- Наружная (избыточное накопление ликвора в субарахноидальном пространстве)
- Внутренняя (накопление в желудочках мозга).

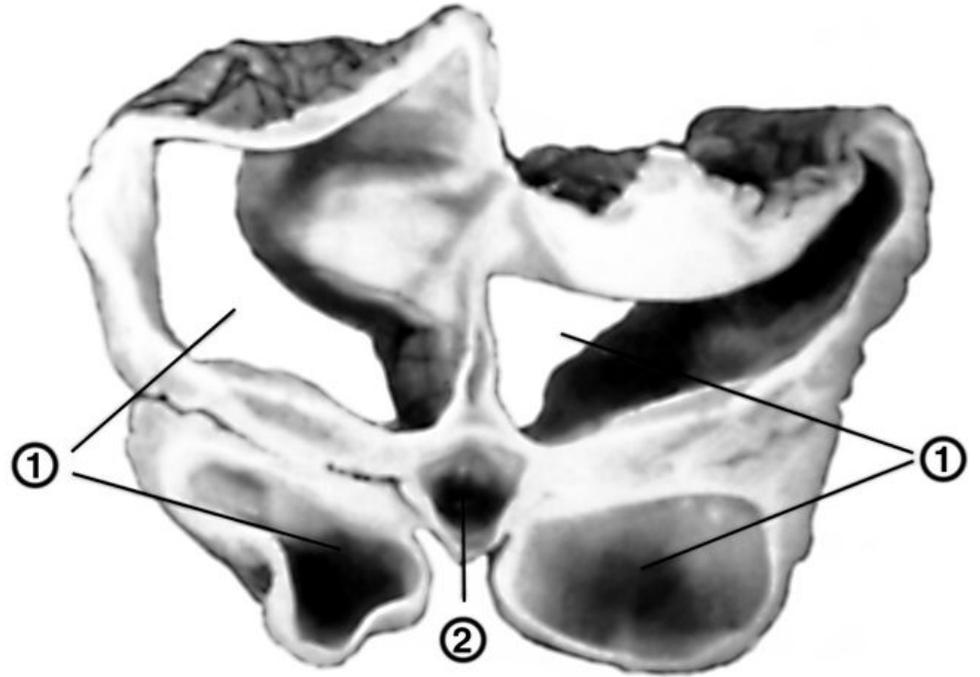
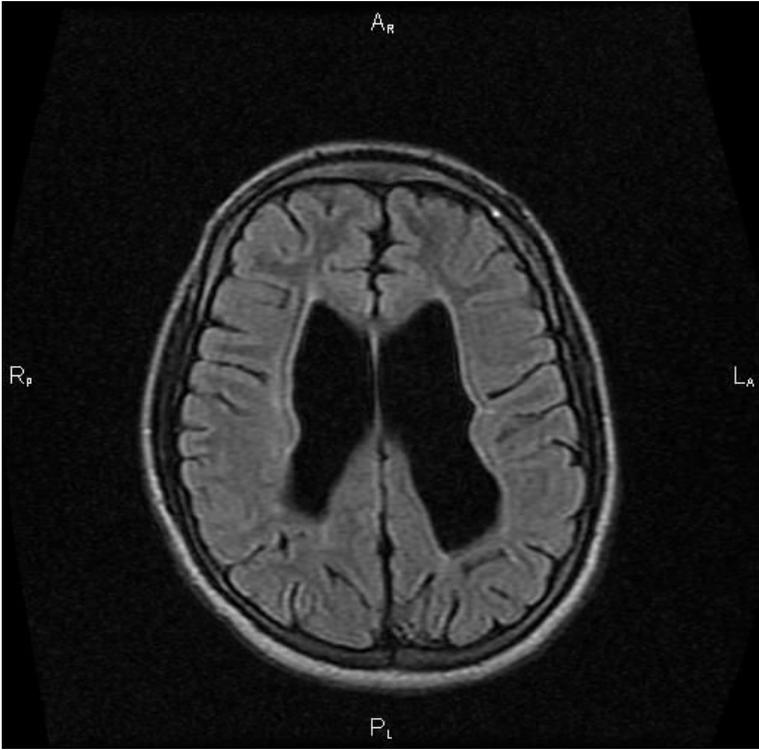
Компьютерные томограммы головы грудного ребенка с гидроцефалией: на срезах, выполненных на разных уровнях, видно резкое расширение боковых (1) и третьего (2) желудочков.



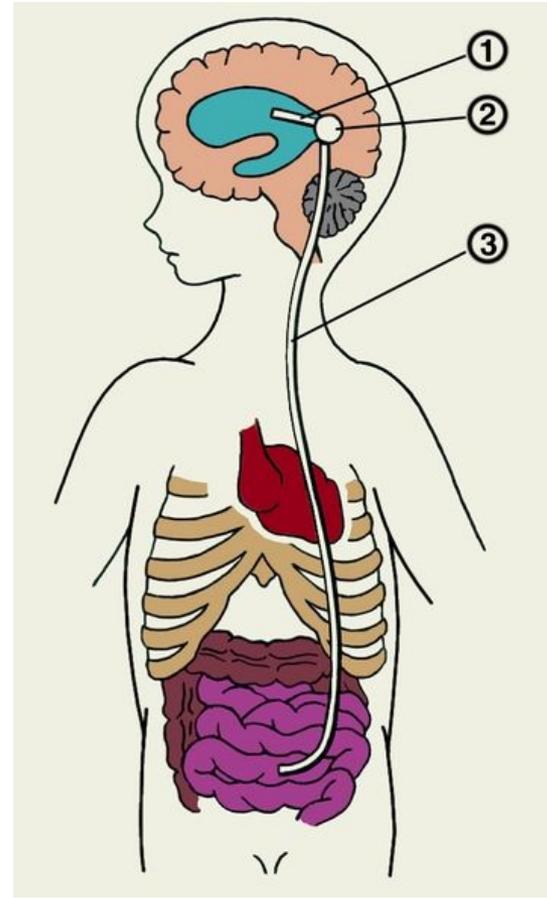
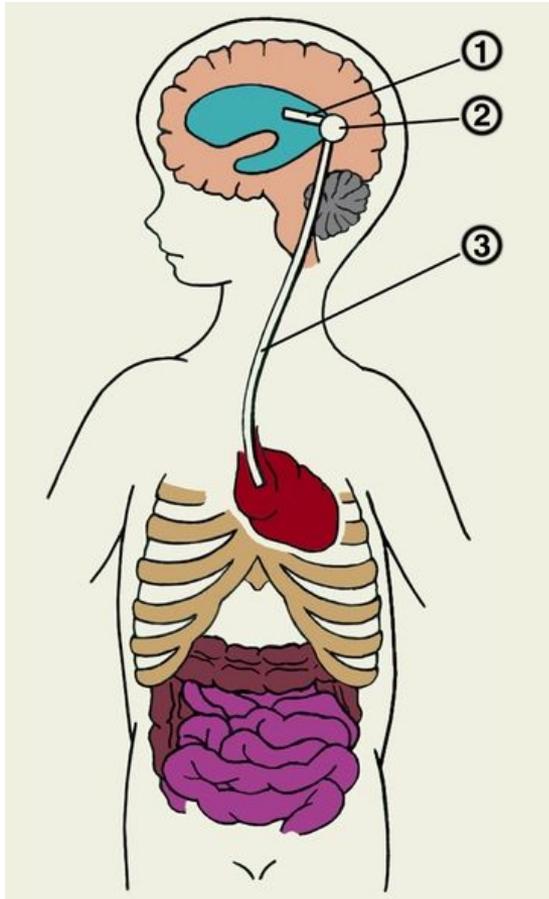
Гидроцефалия



Рентгенограмма черепа при окклюзионной гидроцефалии у ребенка 6 лет (боковая проекция): резко растянуты швы черепа (1), выражены пальцевые вдавления (2), истончена спинка турецкого седла (3).



Гидроцефалия



Гематомы

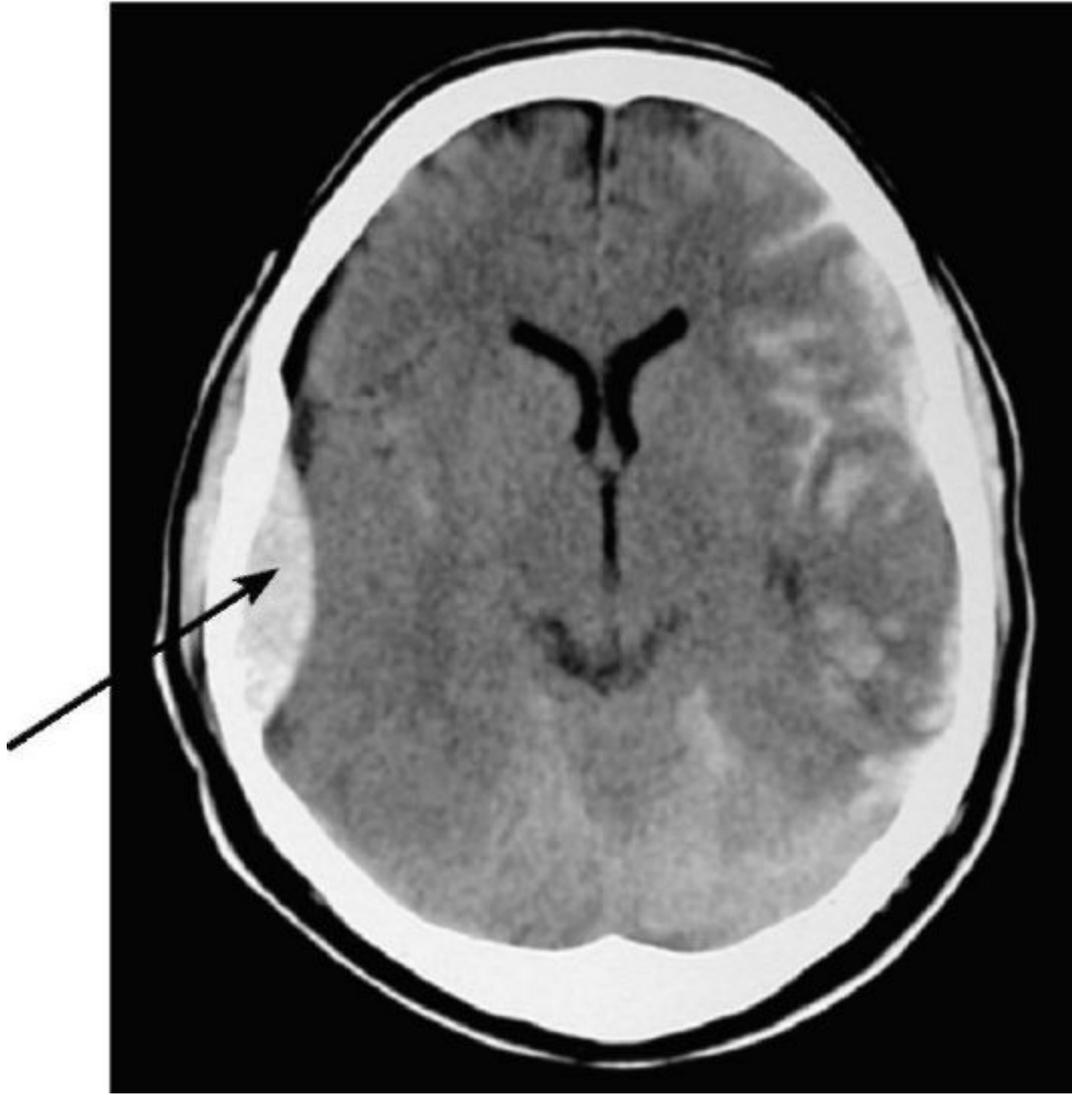
- Субдуральная
- Эпидуральная
- Внутримозговая



Разные варианты гематом головного мозга



- КТ. Острая субдуральная гематома. Над правым полушарием видна структура повышенной плотности, имеющая вид полумесяца (стрелка)



Лечение каротидно-кавернозных соустьев (посттравматические, спонтанные)

