



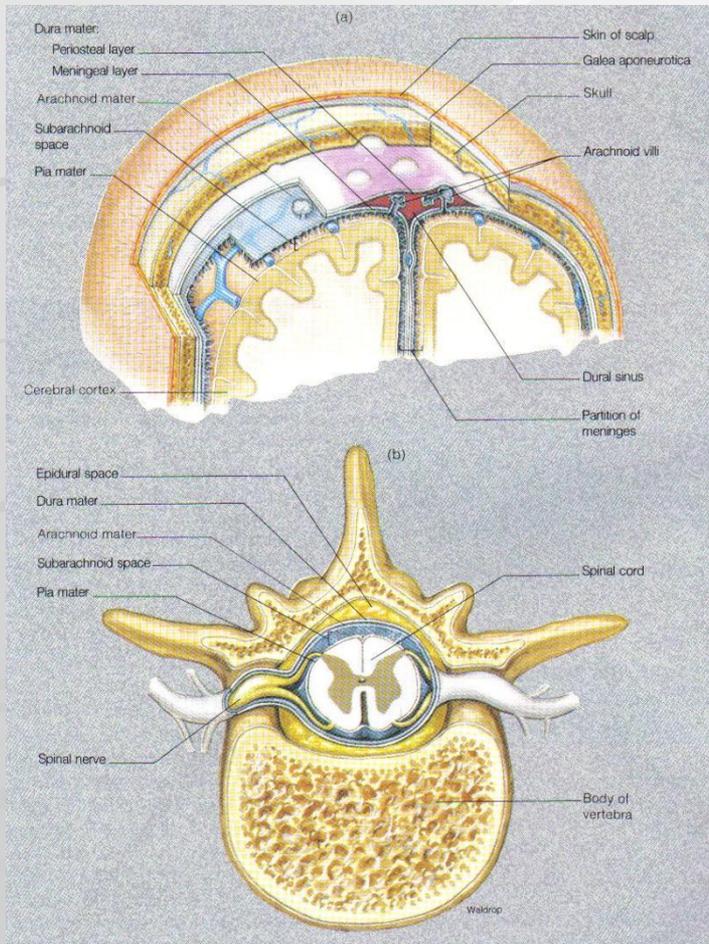
Функциональная анатомия оболочек спинного и головного мозга Спино-мозговая жидкость

*КАФЕДРА АНАТОМИИ ЧЕЛОВЕКА
Анжела Бабуч*

План лекции

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

Общие данные



✦ Центральная нервная система покрыта тремя оболочками.

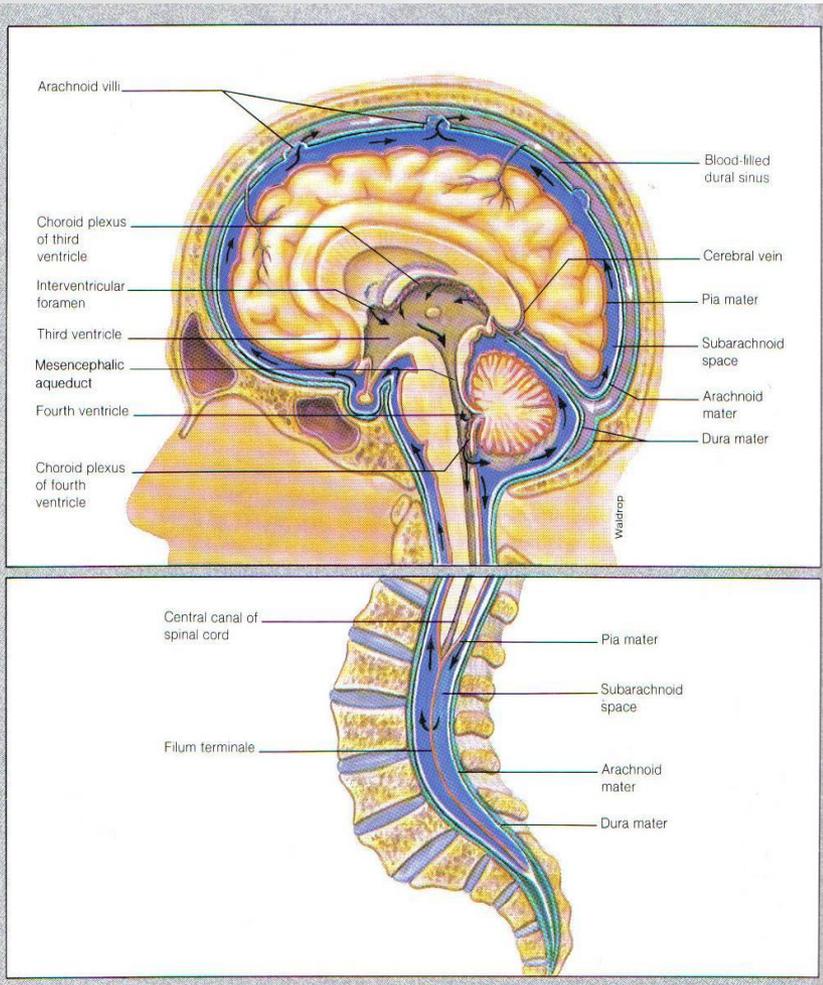
1. Твердая мозговая оболочка или **dura mater**.
2. Паутинная оболочка или **arahnioidea**.
3. Мягкая мозговая оболочка или **pia mater**.

✦ Твердая мозговая оболочка образует **paхymeninx**.

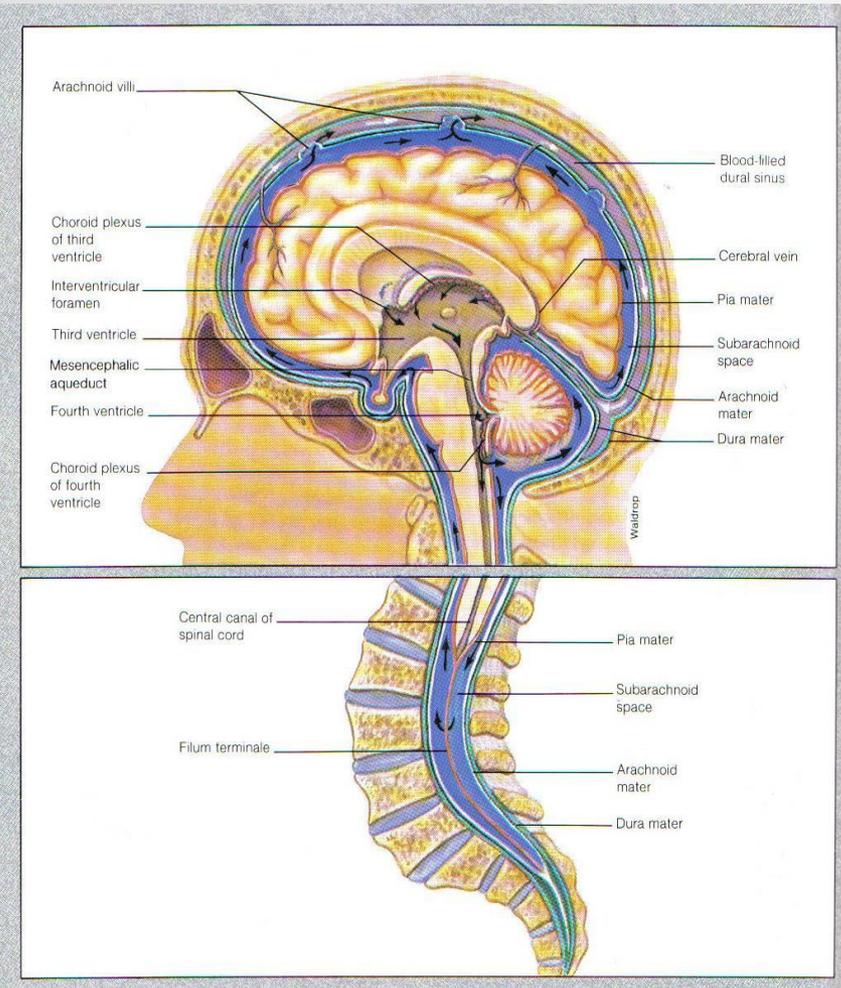
✦ Паутинная и мягкая мозговые оболочки, образуют **leptomeninges**.

Твердая оболочка спинного мозга

- ✦ ТОСМ - это фиброзный мешок, который покрывает снаружи спинной мозг.
- ✦ Она протягивается от *foramen magnum* до S2 позвонка и прикрепляется посредством ***ligamentum sacro-durale*** (Trolard).

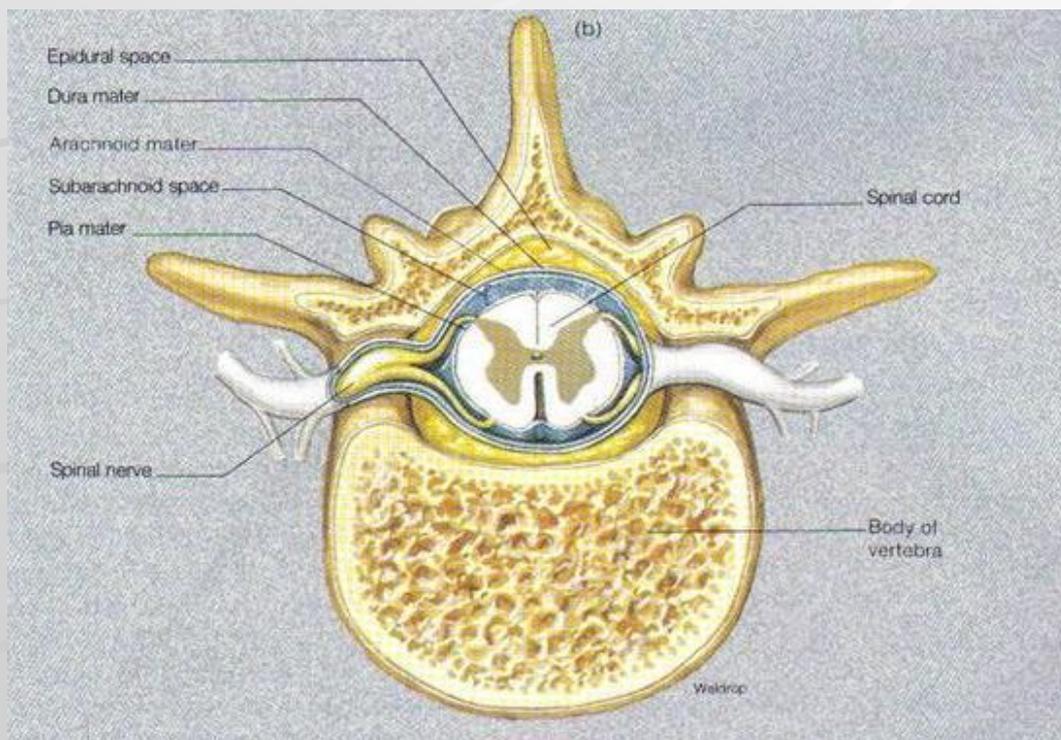


Оболочки спинного мозга



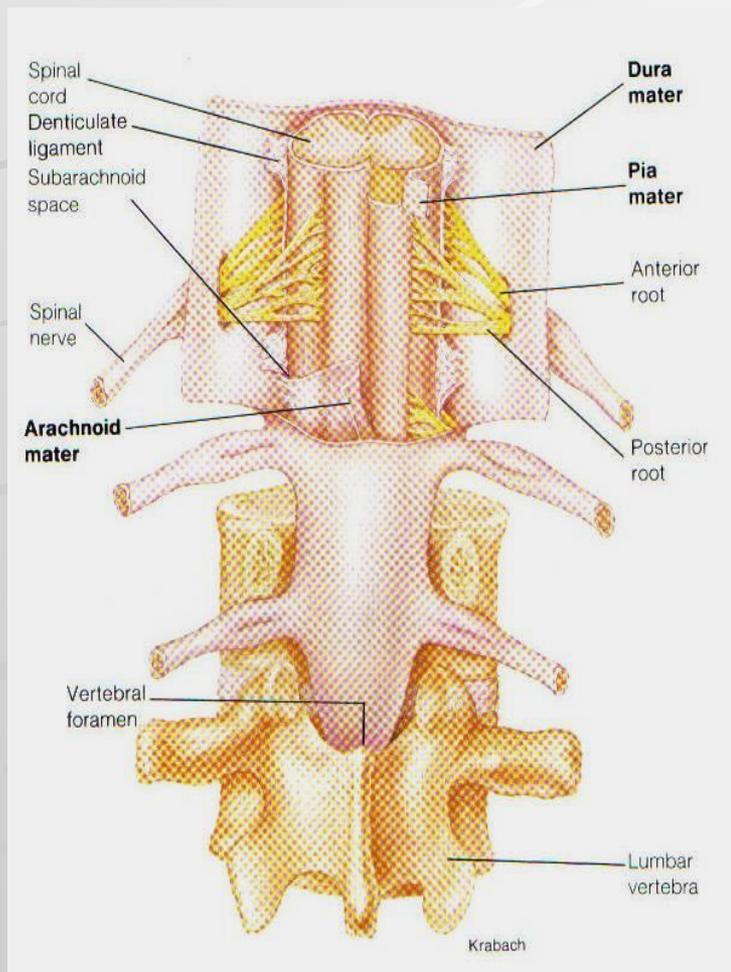
- ✦ В пространстве между L2 и S2 позвонками, образуется мешкообразное расширение: пояснично-крестцовая цистерна, которая содержит конский хвост и концевую нить.

Твердая оболочка спинного мозга



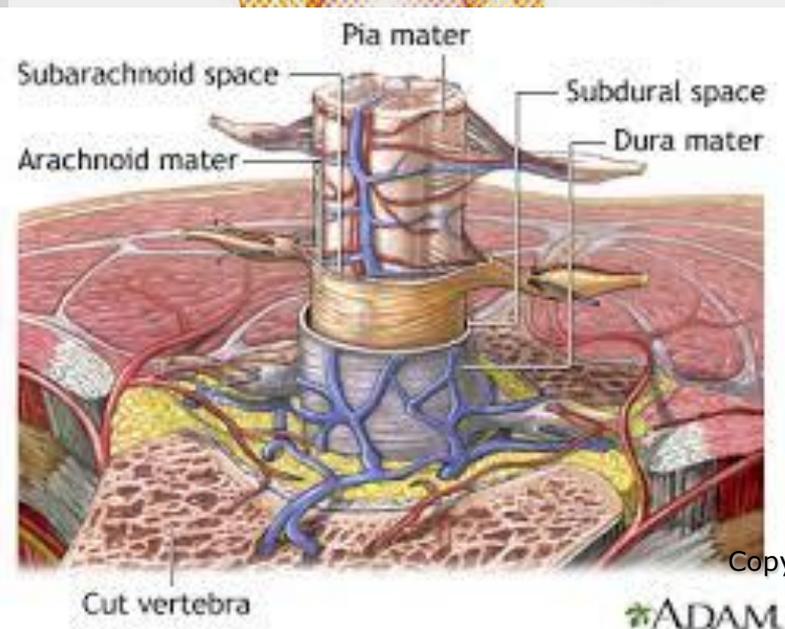
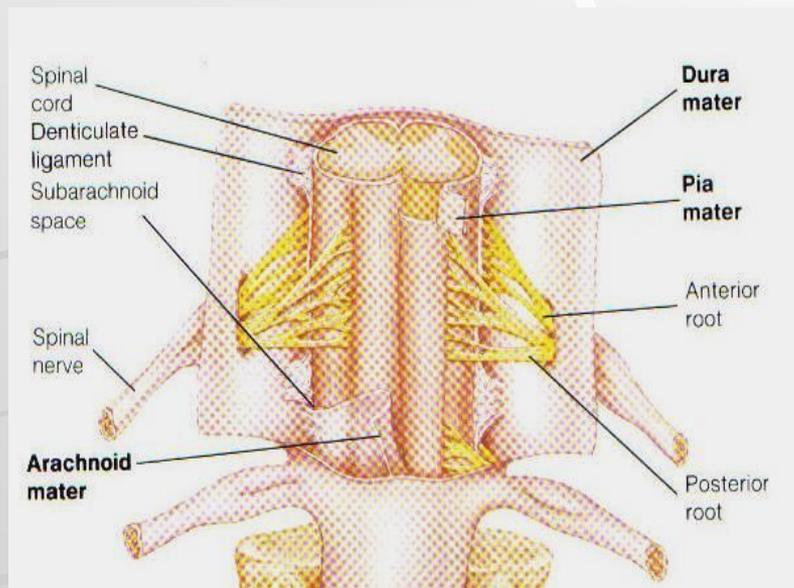
- ✦ **ТОСМ** отделена от стенок позвоночного канала **эпидуральным пространством.**
- ✦ Эпидуральное пространство содержит жировую ткань и внутреннее венозное позвоночное сплетение.

Твердая оболочка спинного мозга



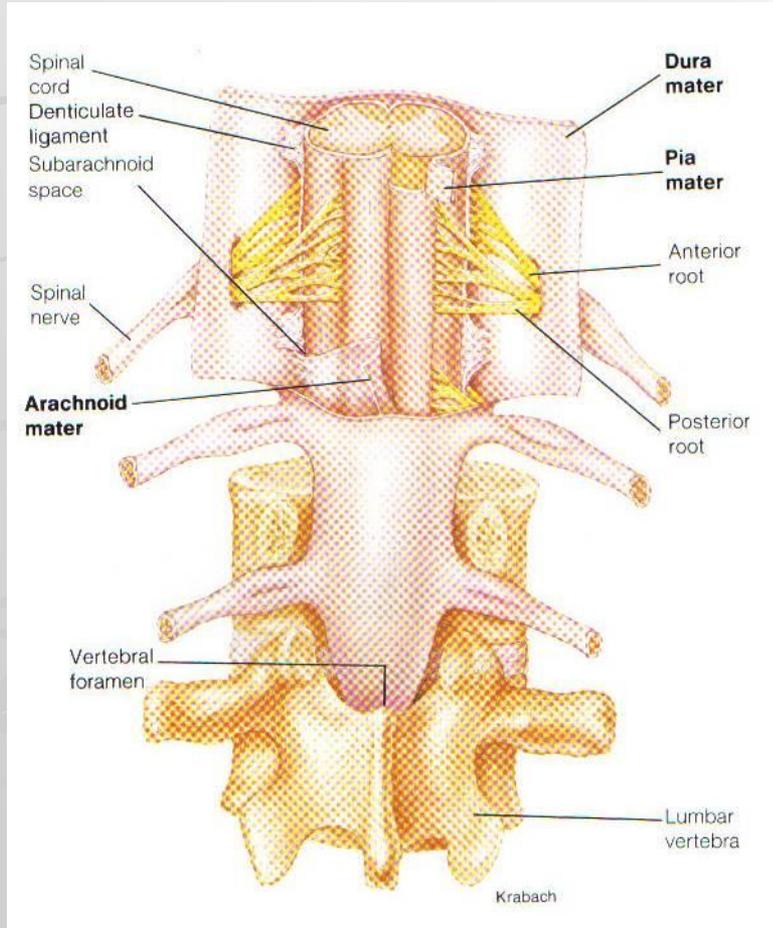
- ✦ От ТОСМ отходят отростки, которые образуют влагалища для СМН.
- ✦ Данные влагалища прикрепляются к межпозвоночным отверстиям и продолжают в надкостницу позвонков.

Твердая оболочка спинного мозга



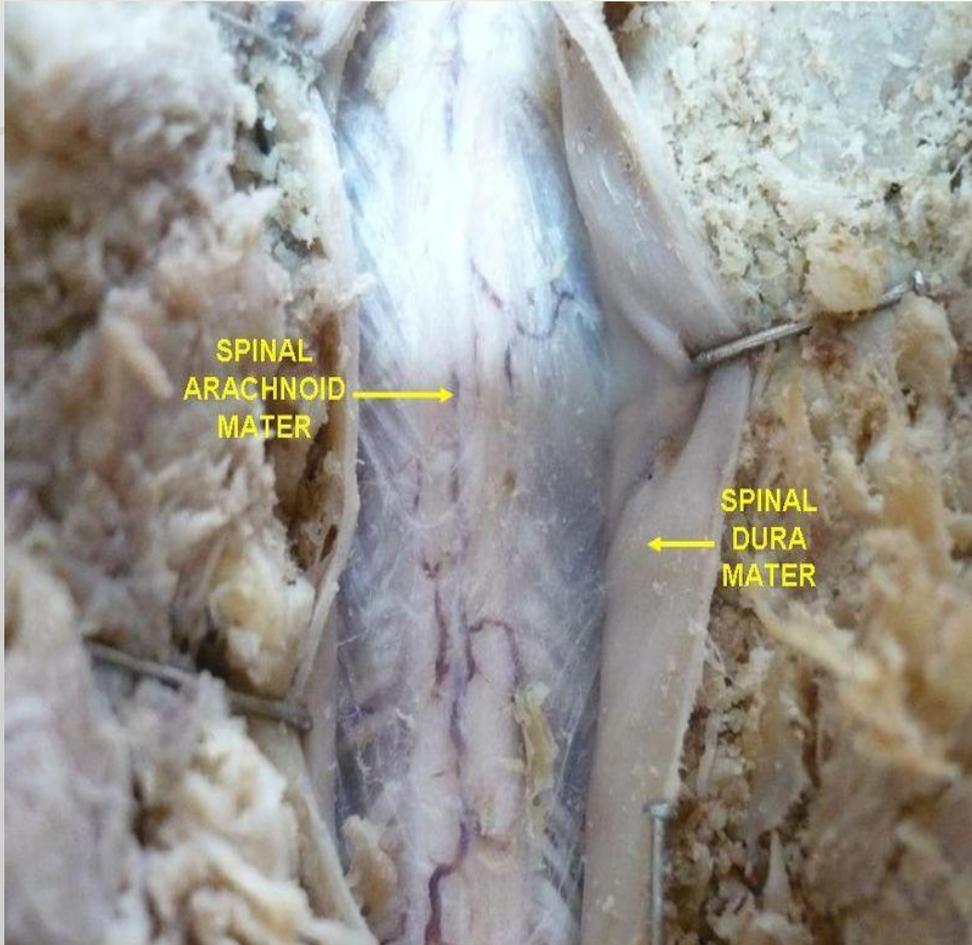
- ✦ **На наружной поверхности** ТОСМ имеются отверстия, через которые проходят сосуды и нервы.
- ✦ **Внутренняя поверхность** ТОСМ гладкая, блестящая, покрыта слоем полигональных клеток эндотелиального типа и прилежит к паутинной оболочке.
- ✦ Между выходными отверстиями СМН, на внутренней поверхности ТОСМ прикрепляются зубчатые связки.

Морфо-функциональная структура ТОСМ



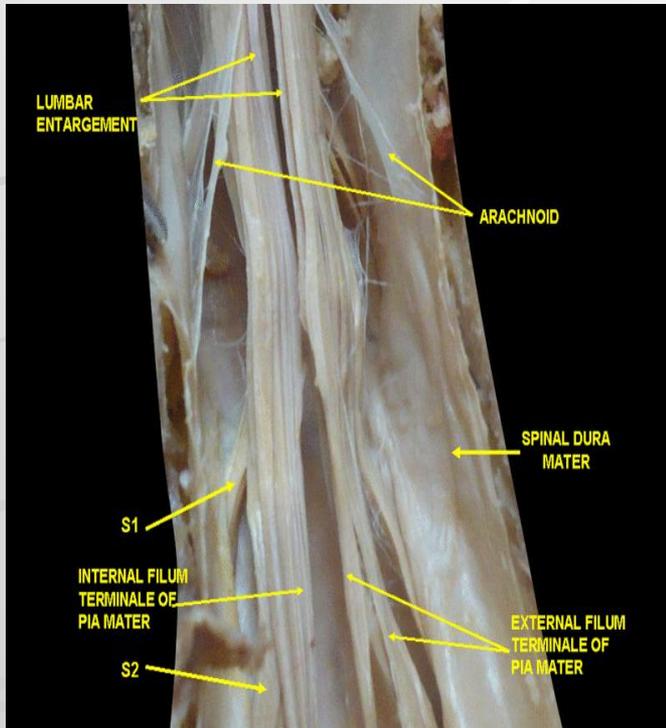
- ✦ ТОСМ состоит из коллагеновых волокон, имеющих различное направление:
 - а) продольные волокна
 - б) круговые волокна
 - в) радиарные волокна
- ✦ Коллагеновые волокна адаптируются к основным движениям позвоночного столба

Паутинная оболочка

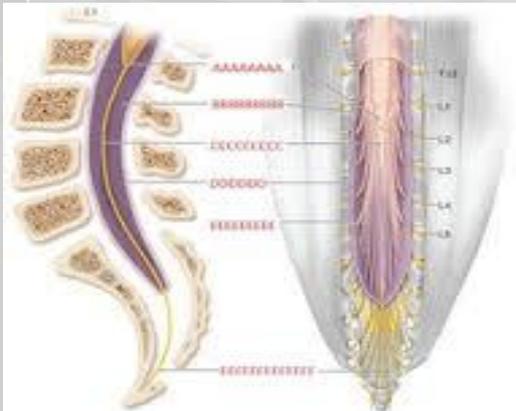


- ✦ Паутинная оболочка (с греческого "Arachne" паук) прилежит к ТОСМ и отделена от последней тонкой пластинкой жидкости.
- ✦ Внутренняя поверхность паутинной оболочки направлена к субарахноидальному пространству.

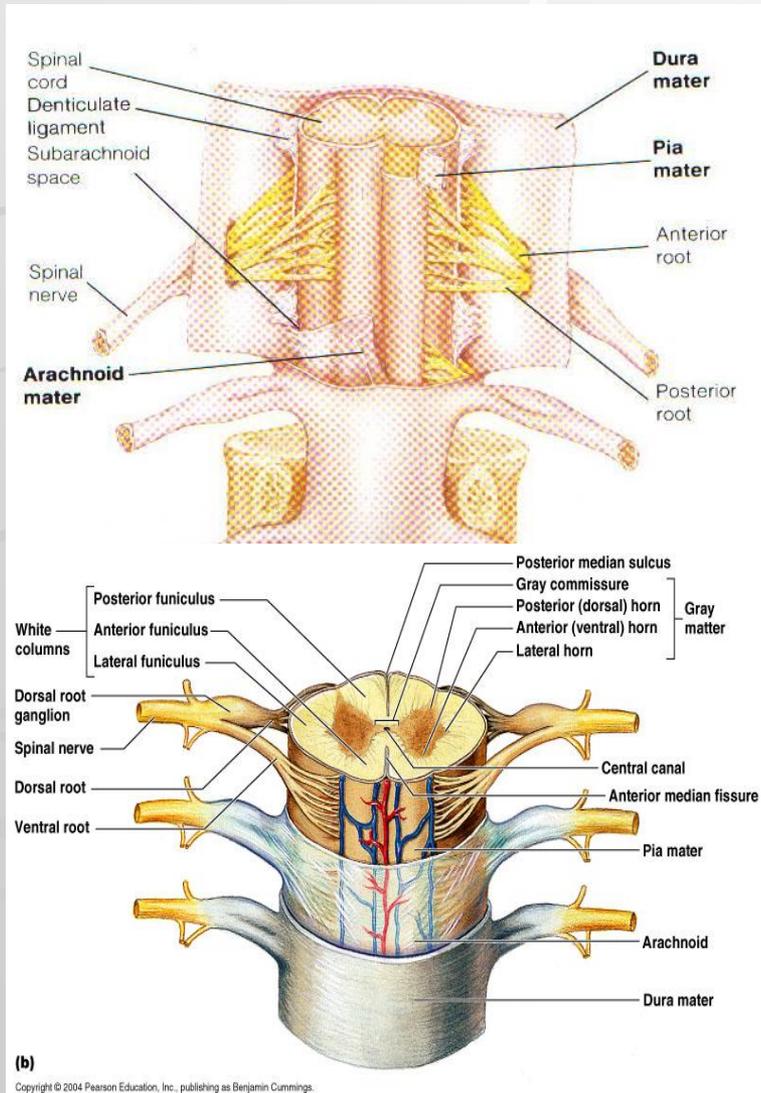
Паутинная оболочка



- ✦ Подпаутинное пространство достигает наибольшей ширины, ниже уровня СМ, где образует пояснично-крестцовую цистерну.
- ✦ Паутинная оболочка покрывает изнутри и данную цистерну.



Мягкая оболочка СМ



✦ **Мягкая оболочка СМ** это тонкая, соединительно-тканная оболочка, содержащая сосуды и состоящая из двух слоев:

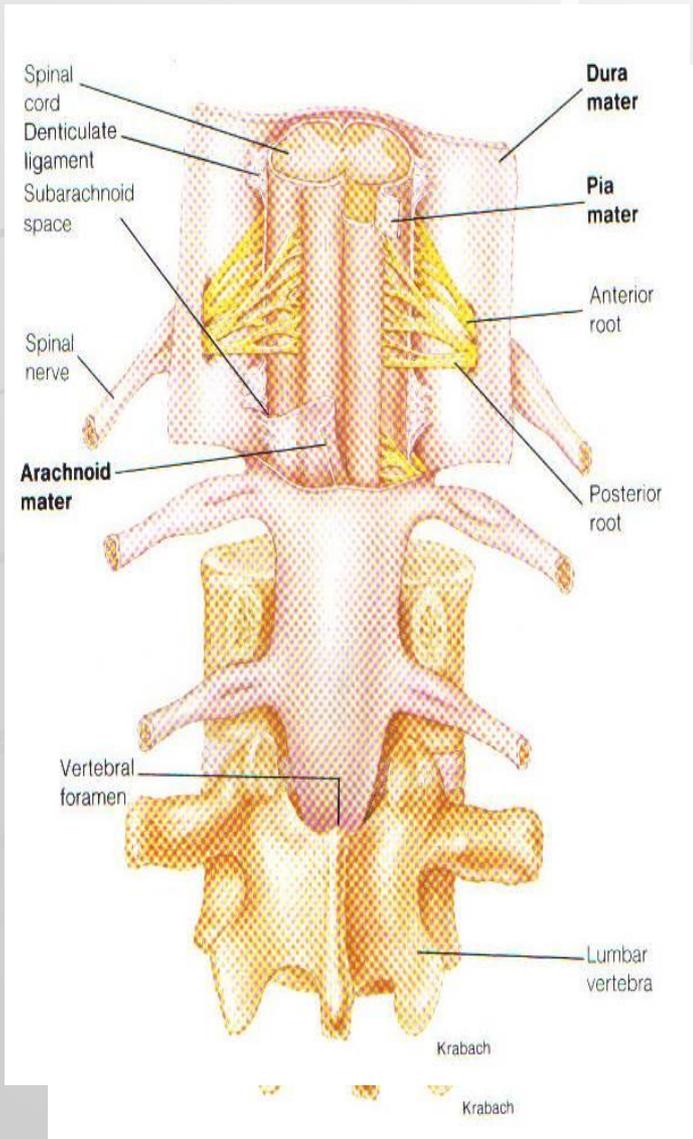
1. **Intima pialis** – внутренний слой.
2. **Stratum epipiale** – поверхностный слой.

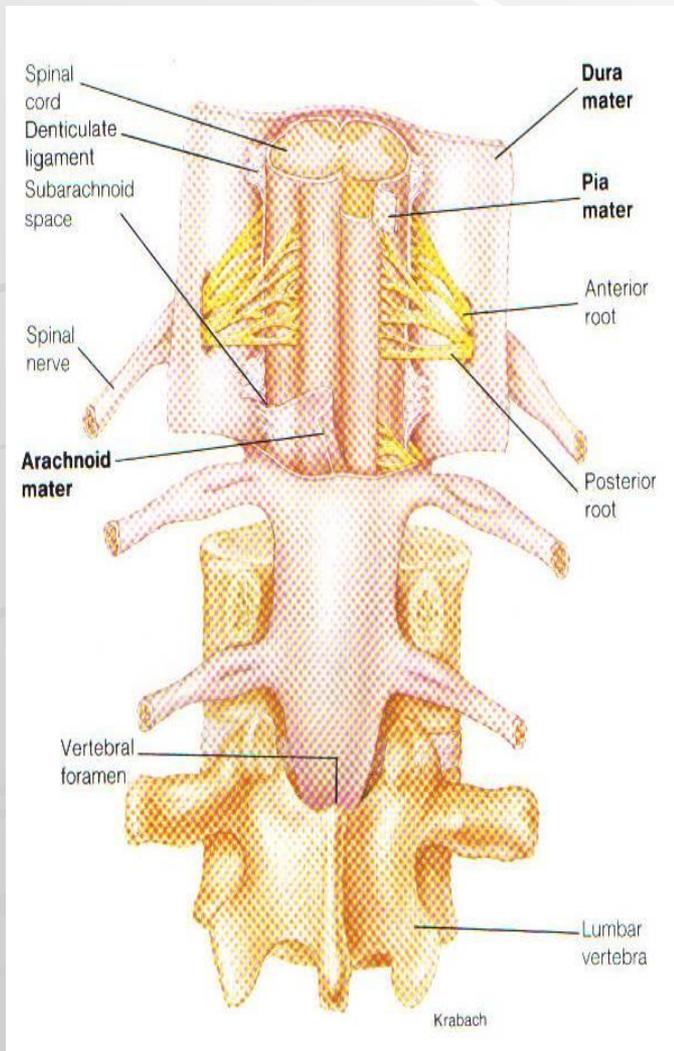
✦ Вверху паутинная оболочка СМ продолжается в одноименную оболочку головного мозга, а внизу истончается и исчезает на уровне ***filum terminale***.

✦ ***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 epipiale*** состоит из сети **коллагеновых** волокон, которые продолжаютс подпаутинными трабекулами.





✚ От наружного слоя мягкой оболочки отходят поперечные отростки, которые образуют **зубчатые СВЯЗКИ**.

✚ Эти связки расположены вдоль СМ на протяжении от первого шейного до первого поясничного СМН.

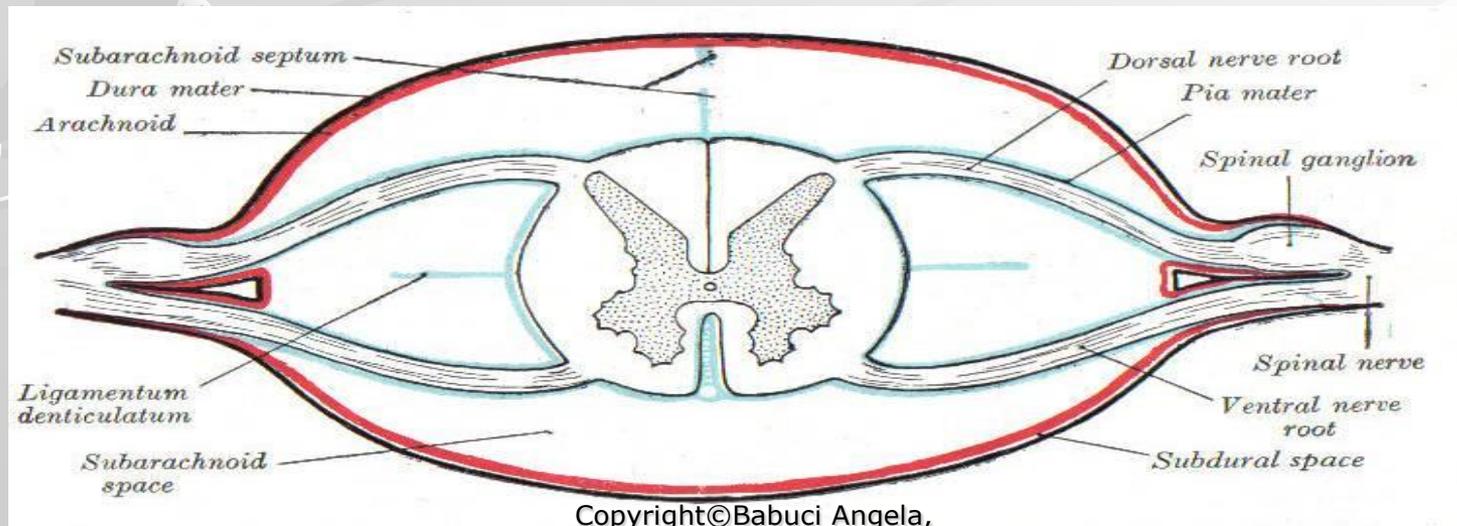
Зубчатая связка делит подпаутинное пространство на два отдела:

a) передний

b) задний

Каждый отдел содержит соответствующие корешки СМН.

Отделы подпаутинного пространства сообщаются между собой на уровне дуг зубчатых связок.



Copyright©Babuci Angela,
updated 2018

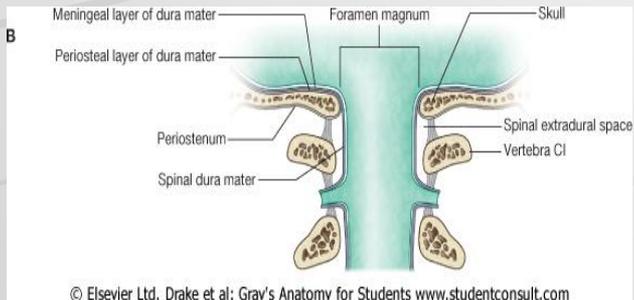
Твердая оболочка головного мозга

✦ **ТОГМ** является продолжением одноименной оболочки СМ, но отличается от последней тем, что состоит из двух листков:

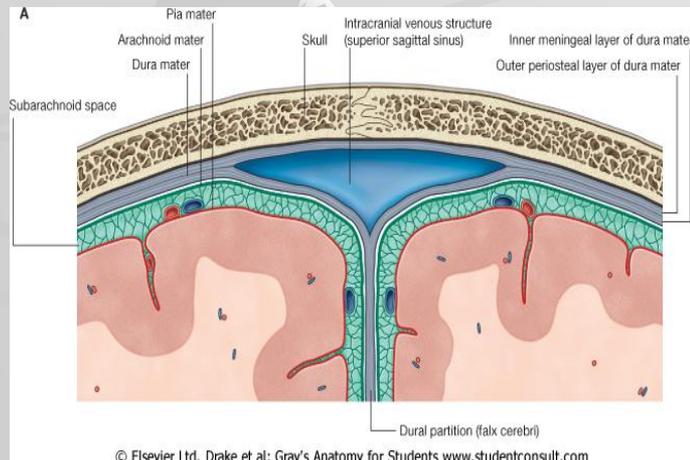
1. Наружного - **эндостеального**
2. Внутреннего - **менингеального**

✦ **Наружный слой** покрывает изнутри кости черепа, продолжаясь в их надкостницу.

✦ **Внутренний слой** покрывает головной мозг, образуя для него защитную оболочку.

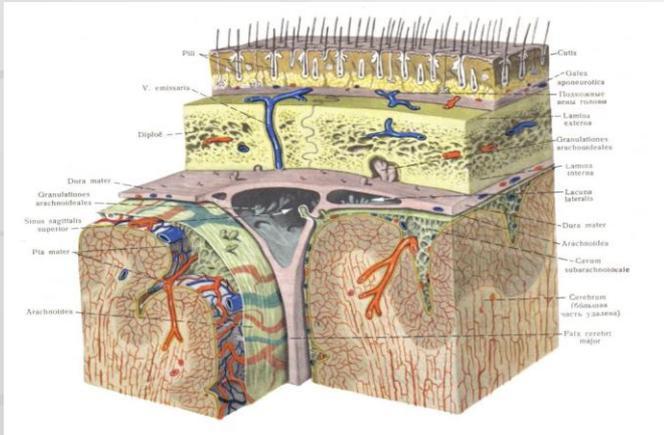


© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

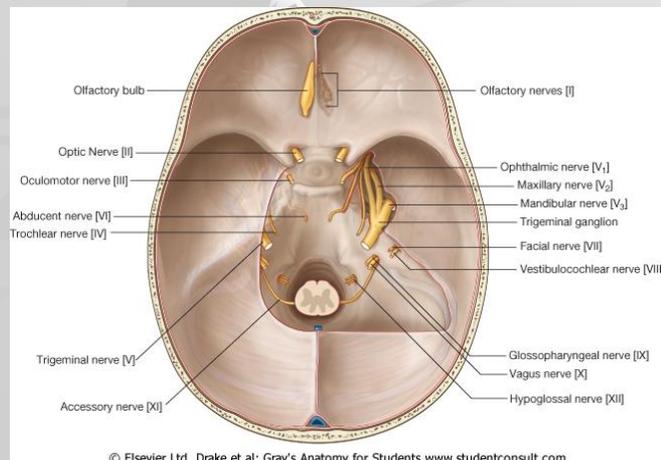


© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com

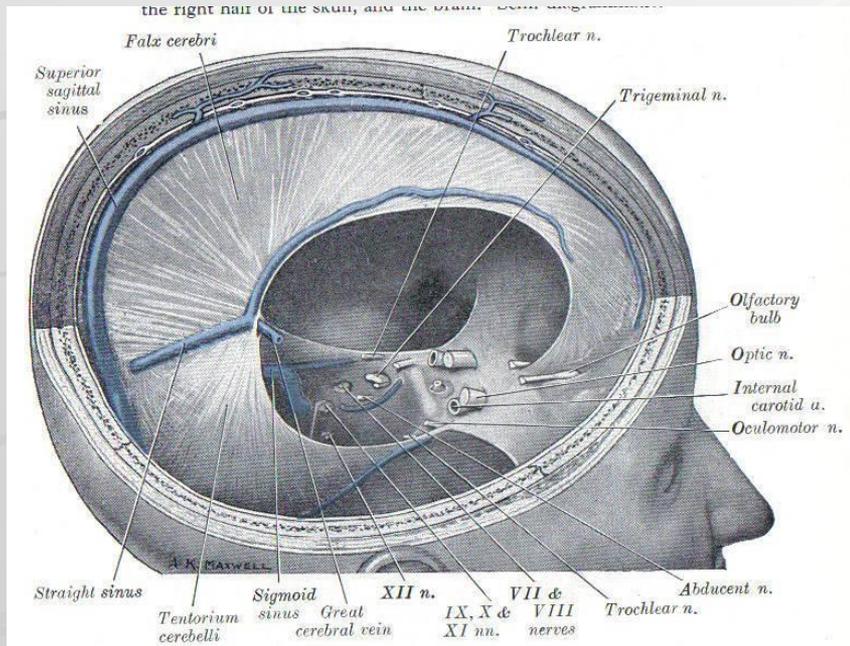
Структура ТОГМ



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



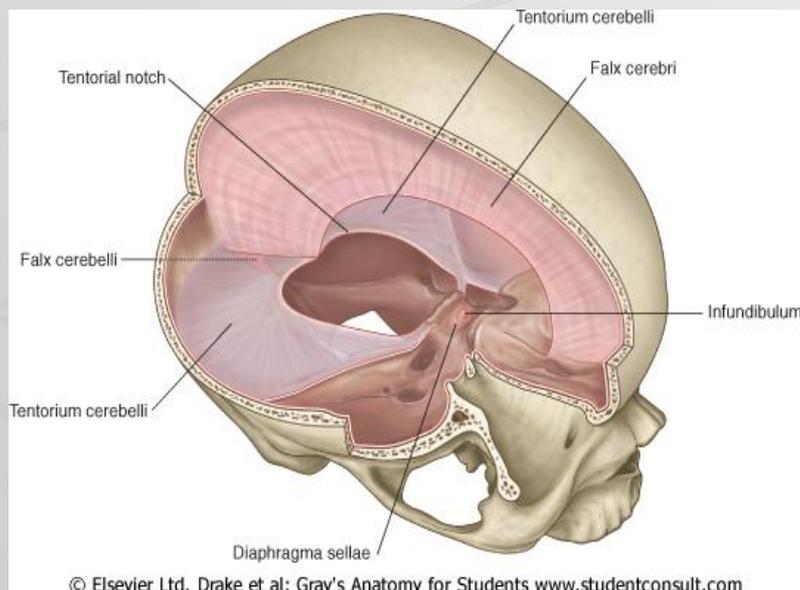
✦ **Внутренняя поверхность** гладкая, блестящая и выстлана мезотелием.



- ✦ Наружная поверхность ТОГМ прилегая к костям черепа, в некоторых местах срастается с ними.
- ✦ В области свода черепа она срастается только на уровне швов.
- ✦ У основания черепа она срастается лучше и крепче всего в области костных выступов и у большого затылочного отверстия.

Отростки твердой мозговой оболочки

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



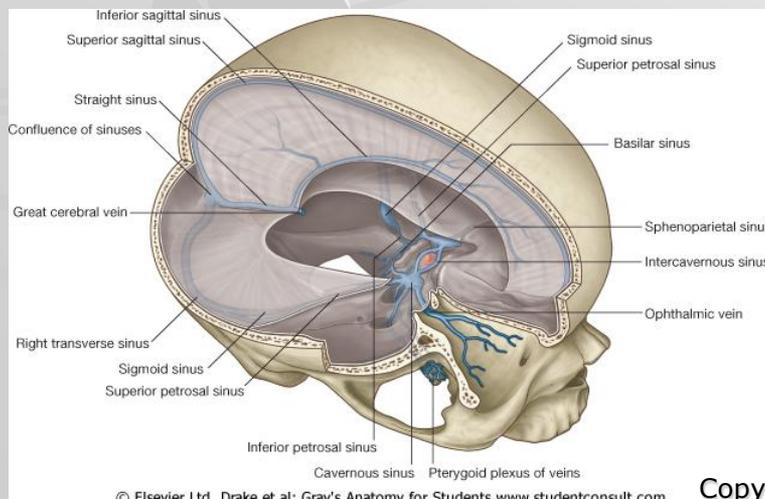
К отросткам ТОГМ относятся:

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

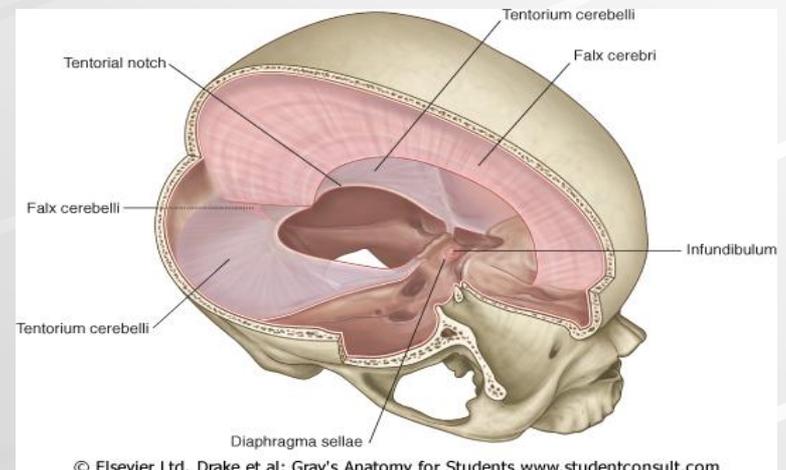
Морфо-функциональная структура ТОГМ

Роль коллагеновых волокон

1. Расположены по ходу приложения сил натяжения.
2. На уровне отростков образуют толстые и сильные пучки.
3. Перекрещиваются в различных направлениях и продолжают из отростков в париетальный листок ТОГМ.
4. Дублируют опорные столбы черепа в функциональном отношении.
5. Участвуют в образовании стенок венозных синусов ТОГМ, увеличивая резистентность и предупреждая спадание их стенок.



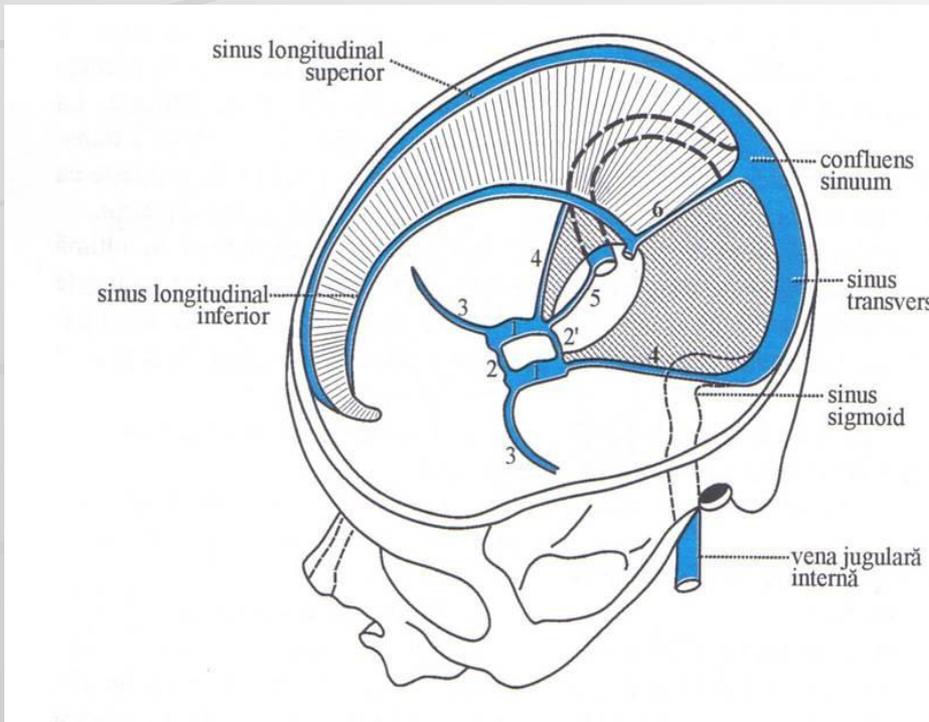
© Elsevier Ltd. Drake et al: Gray's Anatomy for Students www.studentconsult.com



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

Copyright © Babuci Angela,
updated 2018

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:

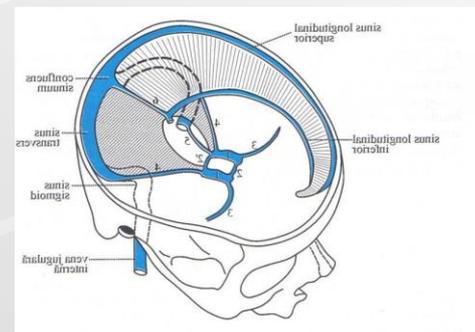
- a) Синусы свода черепа
- b) Синусы основания черепа

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. Пещеристый синус
2. Передний и задний межпещеристые синусы
3. Основной синус (базилярный)
4. Клиновидно-теменной синус
5. Верхний и нижний каменистые синусы
6. Каменно-затылочный синус (непостоянный)
7. Задний затылочный синус (непостоянный)



Паутинная оболочка головного мозга

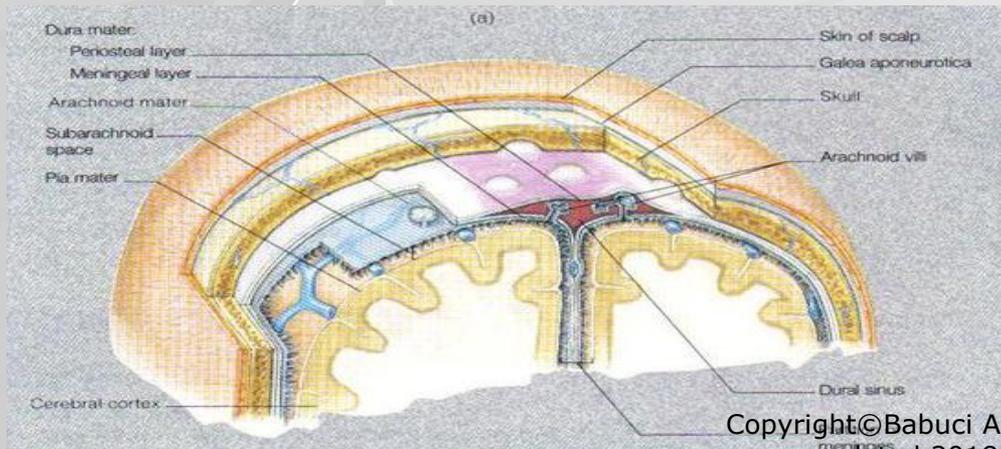
Паутинная оболочка является нежной, безсосудистой оболочкой.

Она состоит из коллагеновых и эластических волокон, а также многочисленных плоских и удлинённых клеток с большим количеством отростков.

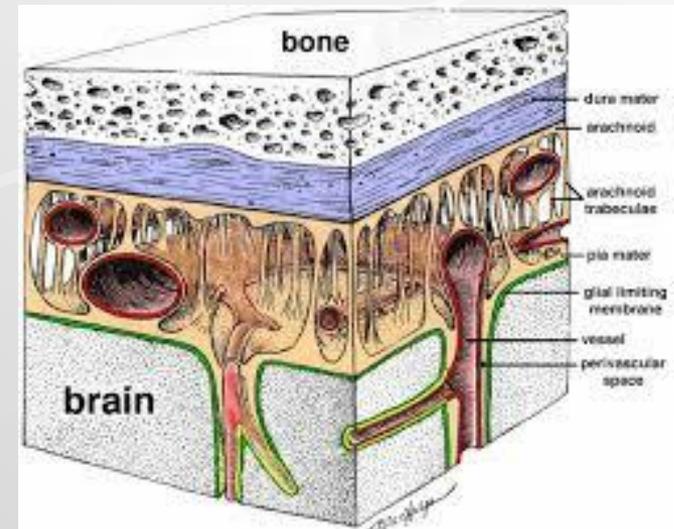
Паутинная оболочка покрывает головной мозг не проникая в щели и борозды полушарий.

а) **Внутренняя поверхность** направлена в сторону подпаутинного пространства и выстлана одним рядом плоских клеток, расположенных на базальной мембране.

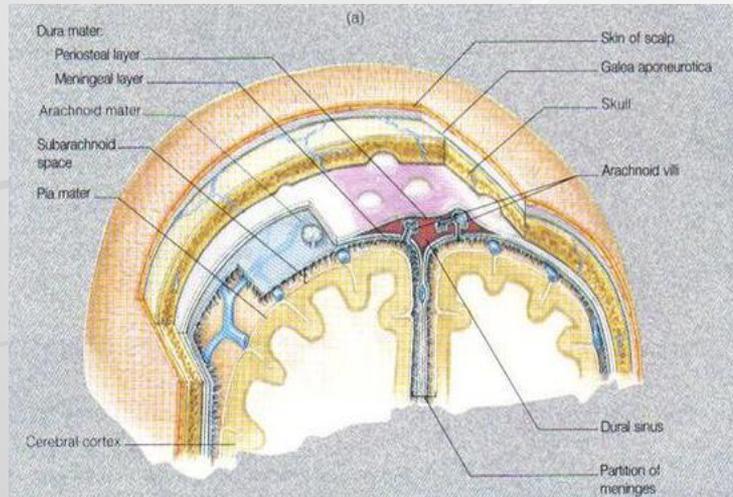
б) **Наружная поверхность** соприкасается с ТОГМ и отделена от последней субдуральным пространством.



Copyright © Babuci Angela,
updated 2018



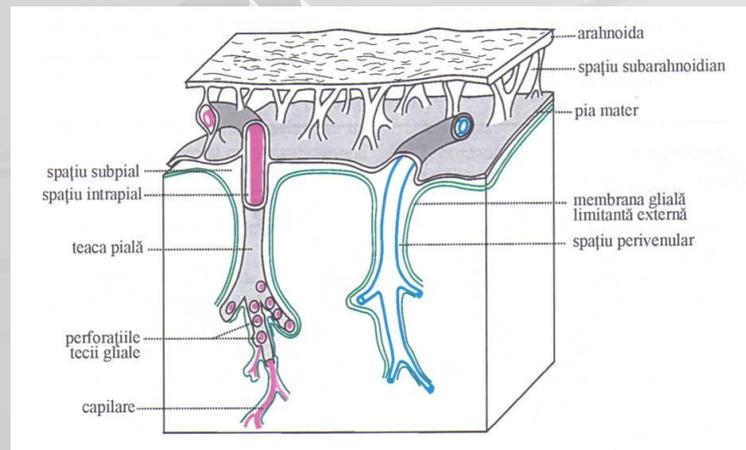
Мягкая мозговая оболочка



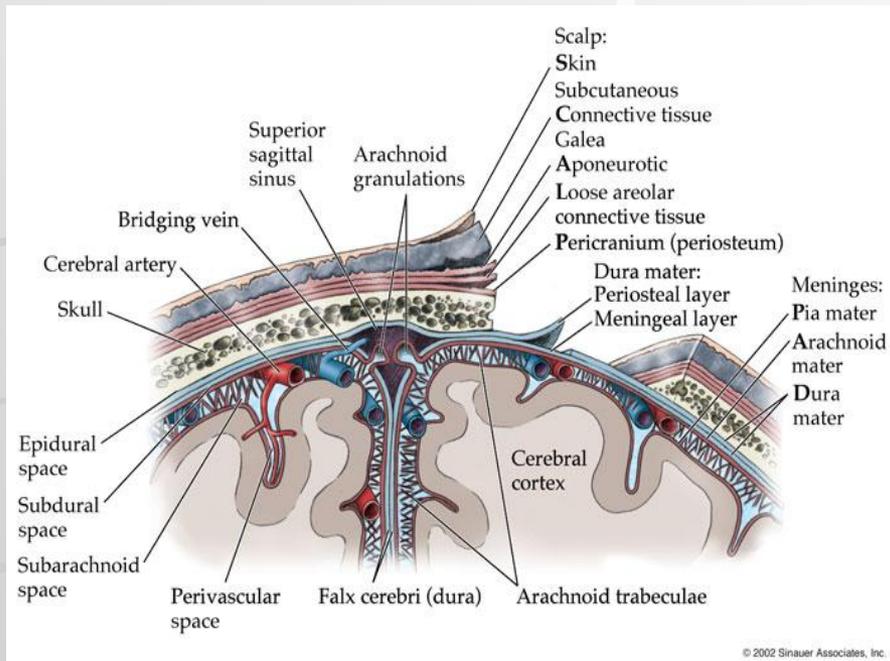
✦ Мягкая мозговая оболочка (ММО) покрывает вещество головного мозга.

1. Наружная поверхность
ММО направлена в сторону подпаутинного пространства. К ней прикрепляются тонкие трабекулы, которые отходят от паутинной оболочки.

2. Внутренняя поверхность
граничит с веществом мозга, повторяя его рельеф.

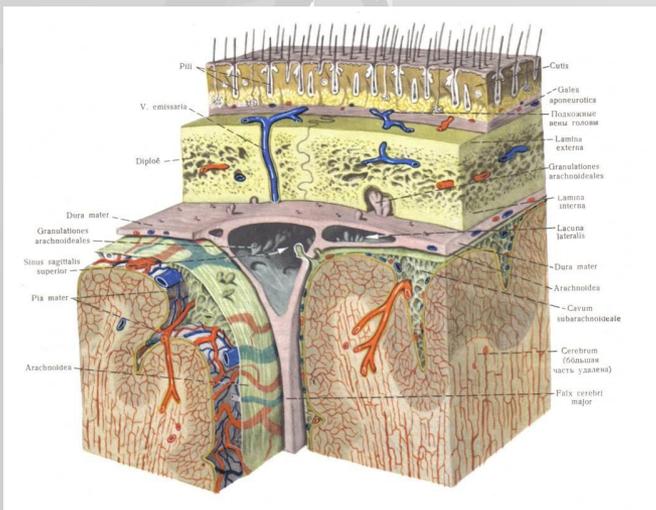


Мягкая мозговая оболочка



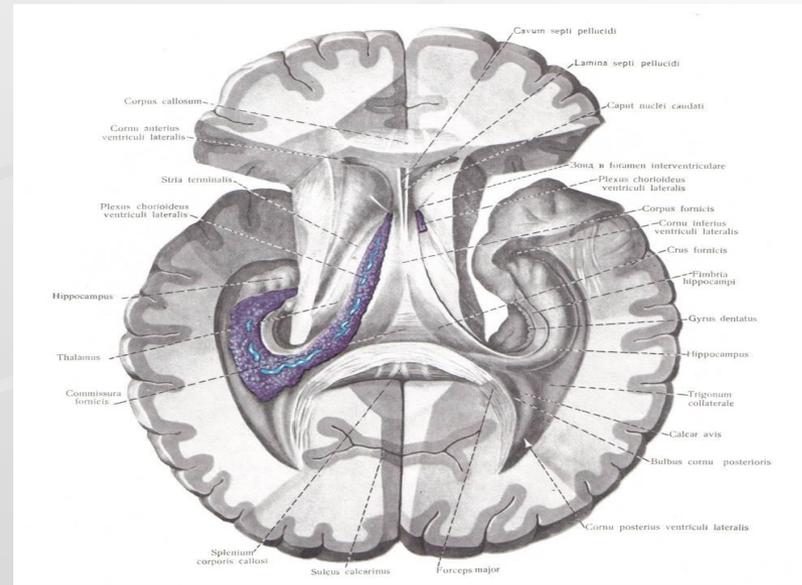
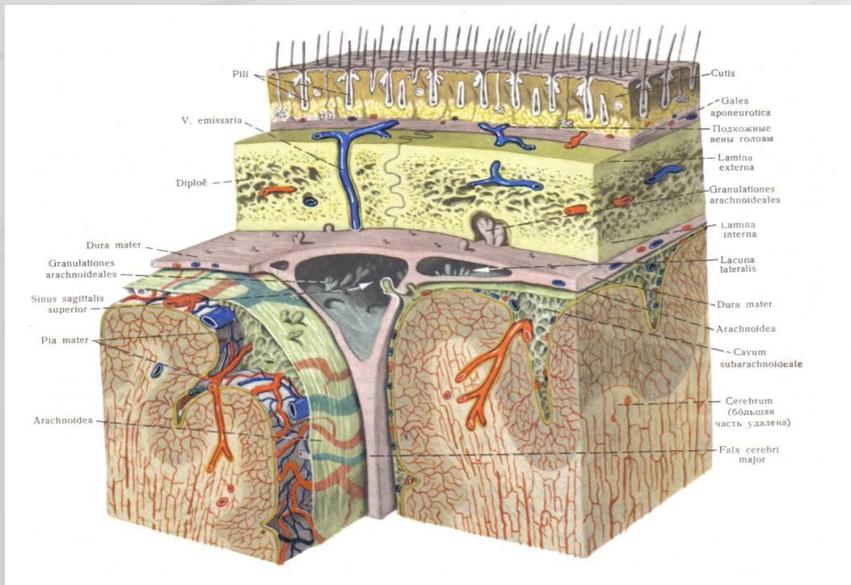
✦ ММО образована базальной мембраной, на которой расположены нежные соединительно-тканные волокна и один ряд мезотелиальных клеток.

✦ Мезотелиальные клетки связаны между собой посредством проницаемых связей, которые способствуют обмену макромолекулами между СМЖ и веществом мозга.

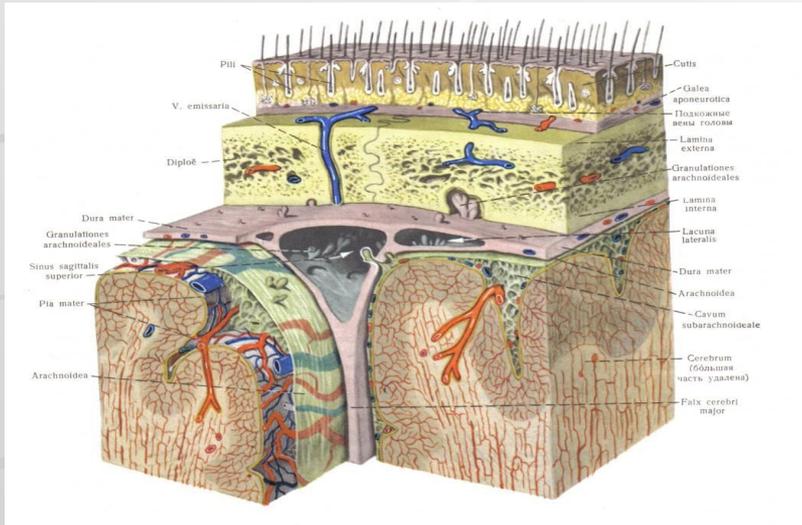


Мягкая мозговая оболочка

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

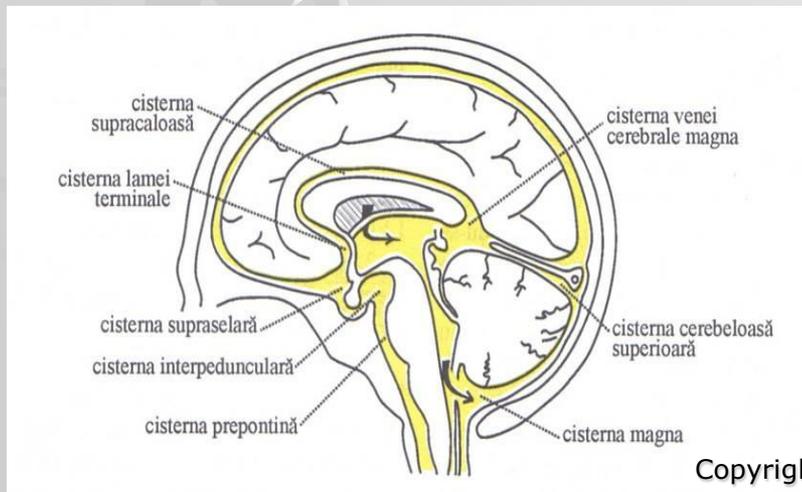


Подпаутинное пространство



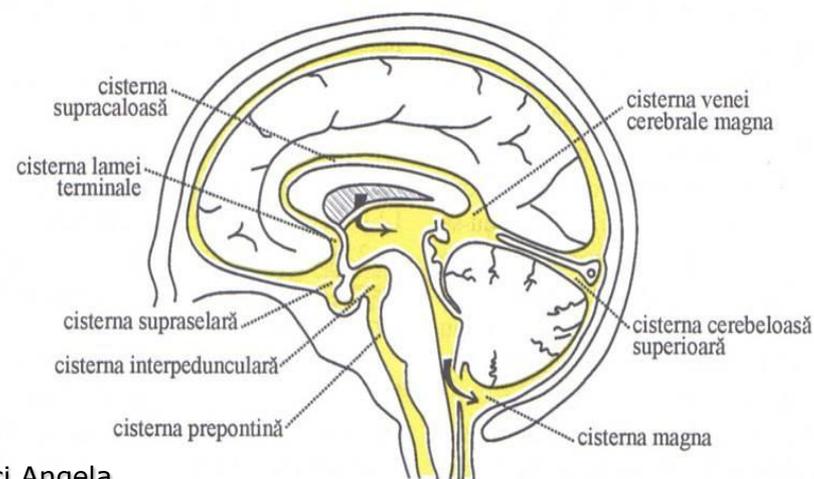
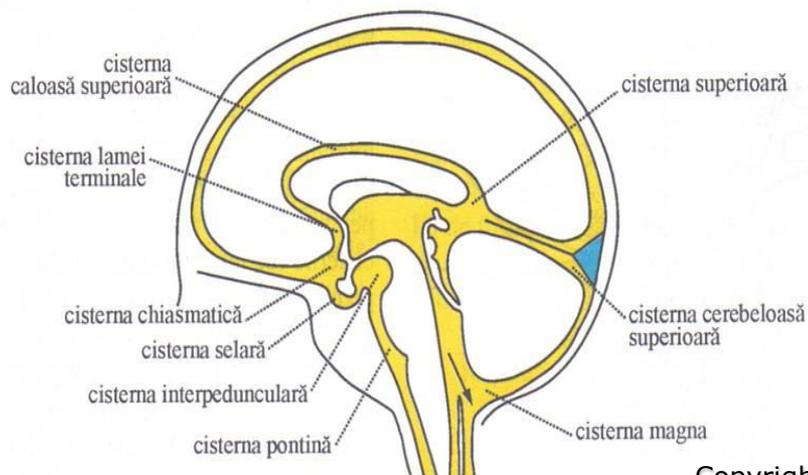
✦ Подпаутинное пространство расположено между паутинной и мягкой мозговыми оболочками.

✦ В некоторых местах подпаутинное пространство расширено, образуя **подпаутинные цистерны**.



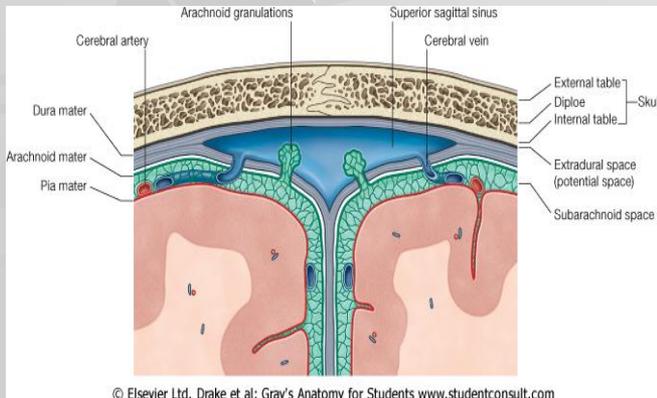
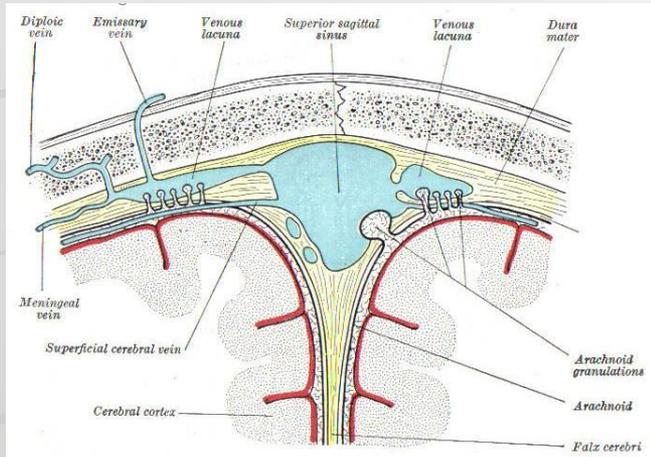
Подпаутинные цистерны

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*)
10. 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 головного мозга.

Спино-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.

Спино-мозговая жидкость

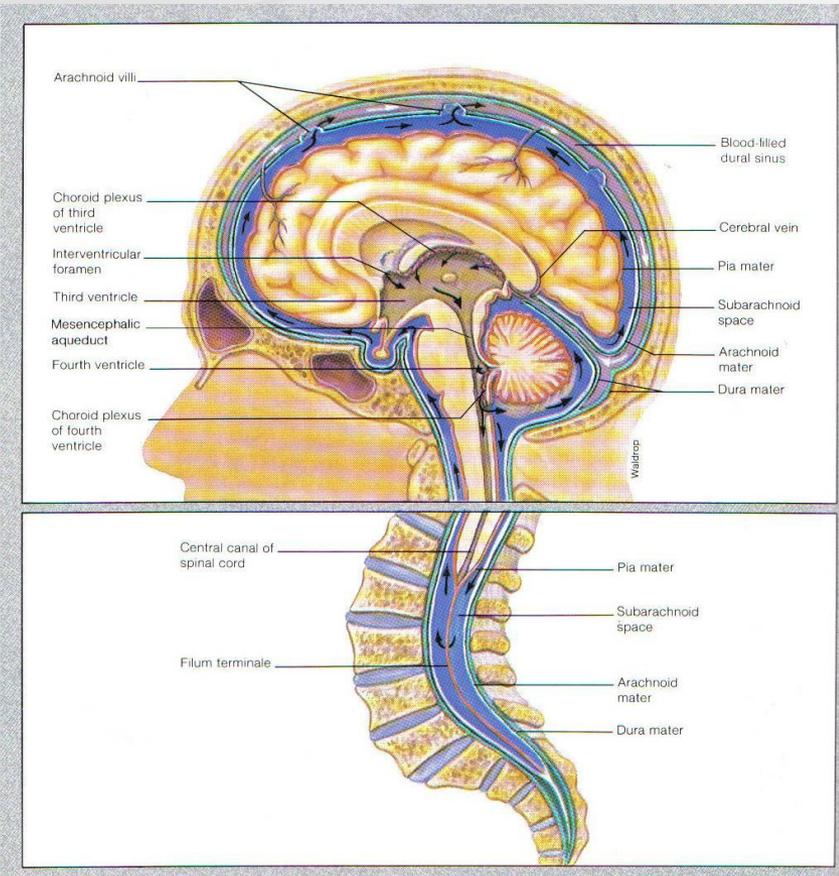
✦ В норме СМЖ содержит от 1 до 5 форменных элементов крови на 1 mm^3 (обычно это лимфоциты).

✦ Общее количество СМЖ у взрослого около 140 ml .

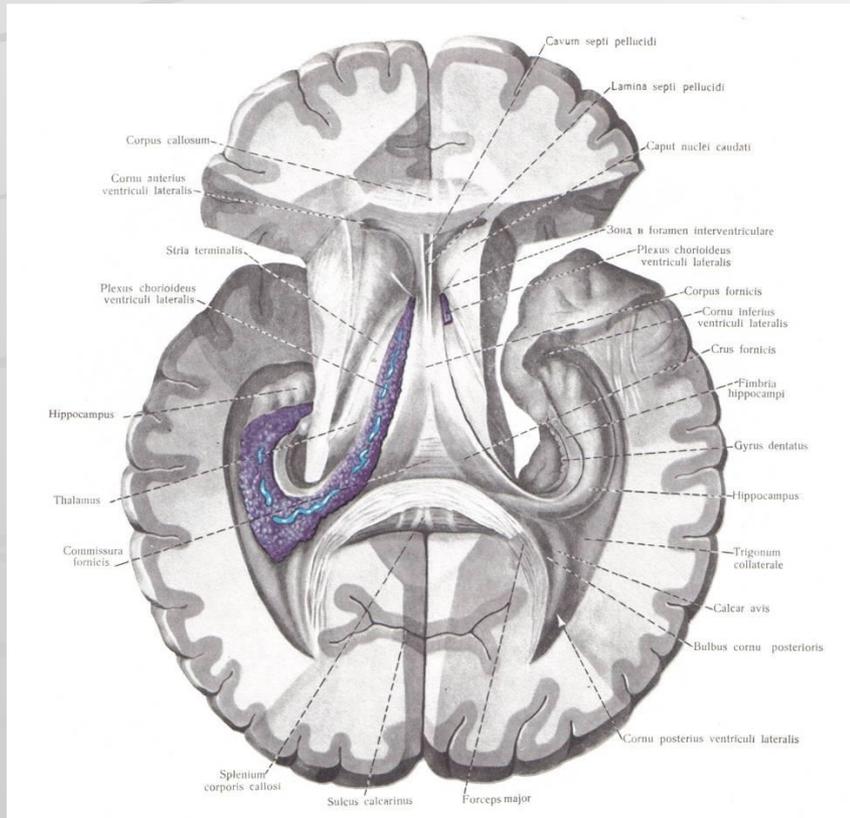
✦ СМЖ вырабатывается со скоростью $0,35 \text{ ml/min}$.

✦ За сутки вырабатывается от 400 до 500 ml СМЖ.

✦ В течение суток СМЖ обновляется 4 раза, 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

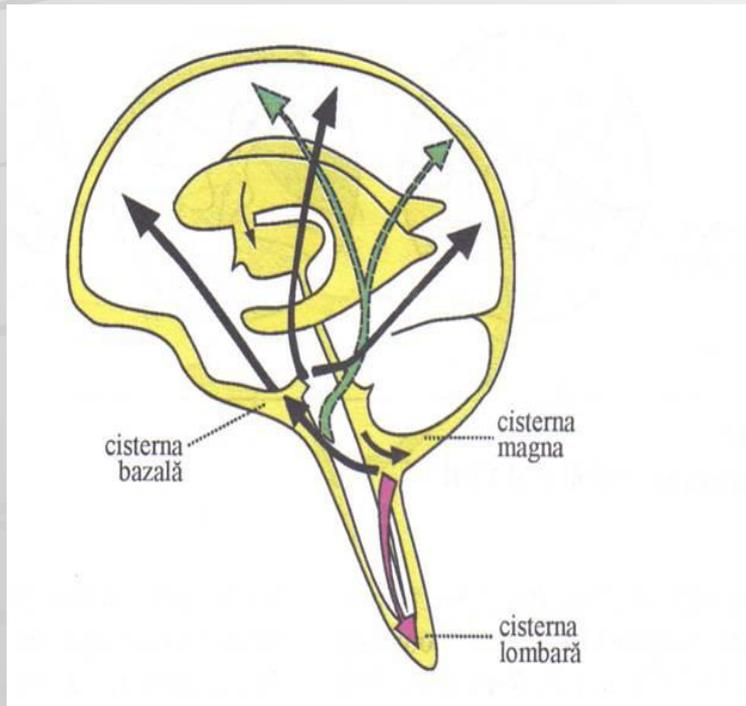
- ✦ Некоторые компоненты СМЖ проходят методом диффузии из плазмы крови в СМЖ (вода).
- ✦ При помощи активных механизмов, протекающих на уровне эпителия сосудистых сплетений, проникает большинство ионов.

Отделы содержащие СМЖ

- ✦ **Внутренние пространства - желудочковый отдел**

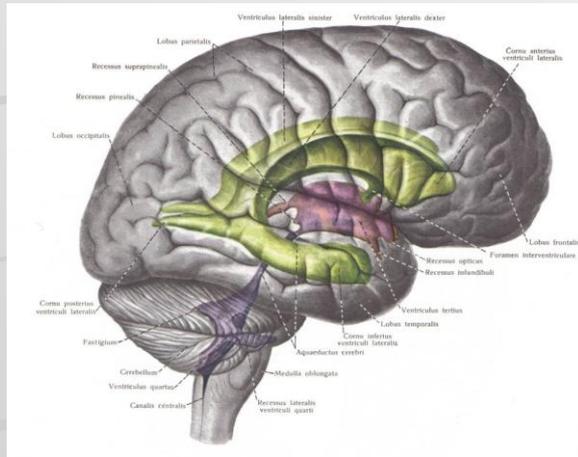
- ✦ **Наружные пространства – подпаутинный отдел**

- ✦ Эти два отдела сообщаются между собой на уровне IV желудочка.



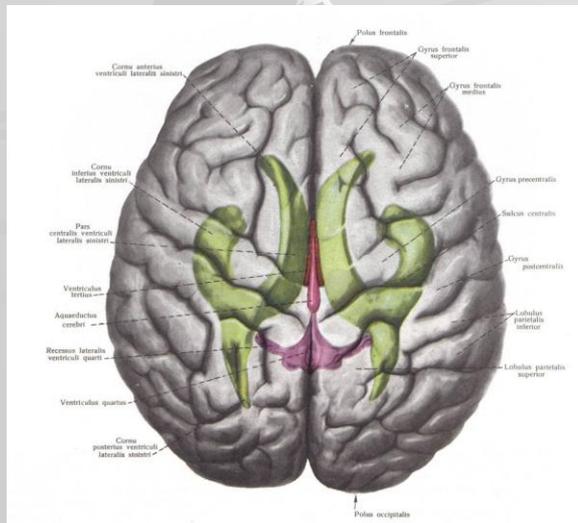
Циркуляция СМЖ

- СМЖ двигается со стороны желудочкового отдела в сторону подпаутинного.



Желудочковый отдел

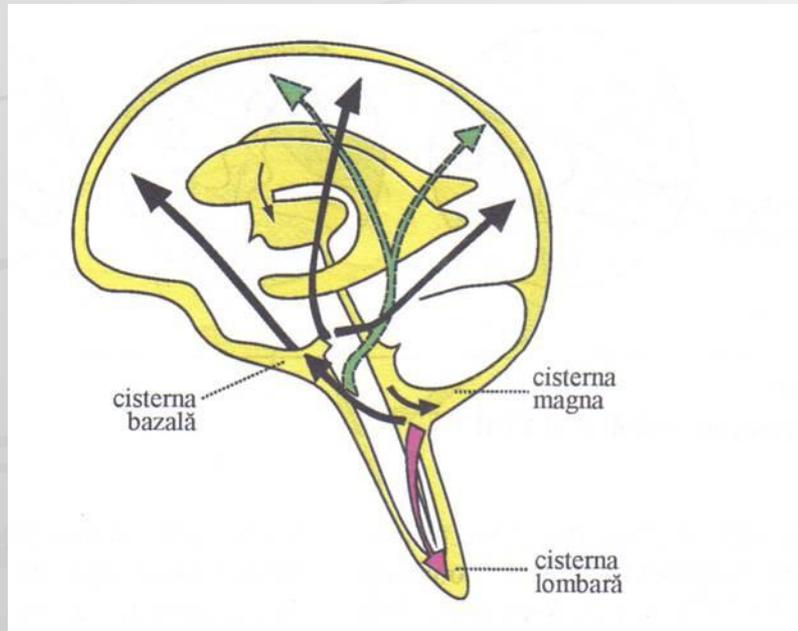
- Через межжелудочковые отверстия СМЖ поступает из боковых желудочков в третий.
- Из III желудочка через водопровод мозга СМЖ поступает в IV желудочек.
- Из IV желудочка СМЖ поступает в мозжечково-мозговую цистерну подпаутинного пространства.



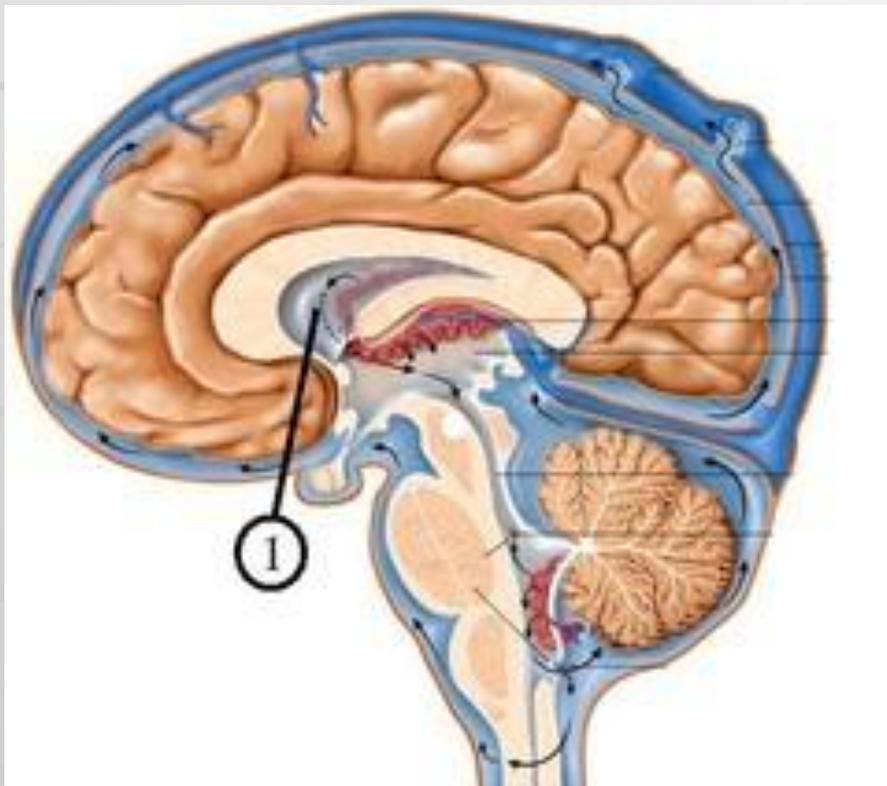
Подпаутинный отдел

✦ 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



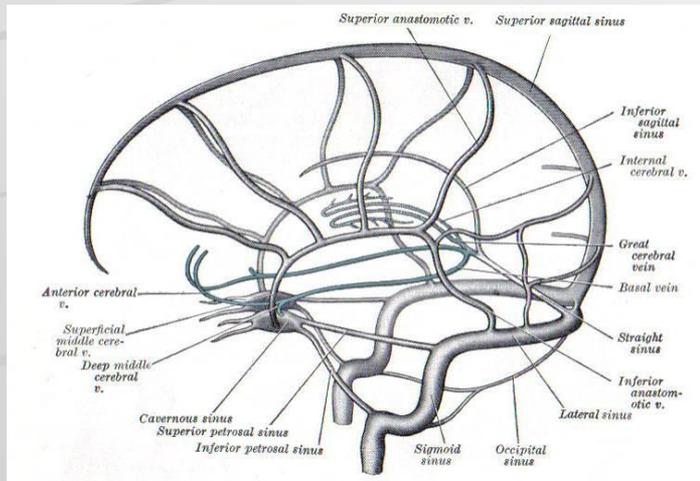
1. Пульсация артерий
2. Дыхание
3. Физическая нагрузка и кашель
4. Давление

Выведение СМЖ

- ✦ СМЖ постоянно вырабатывается и одновременно происходит его всасывание.
- ✦ Количество СМЖ остается постоянным.

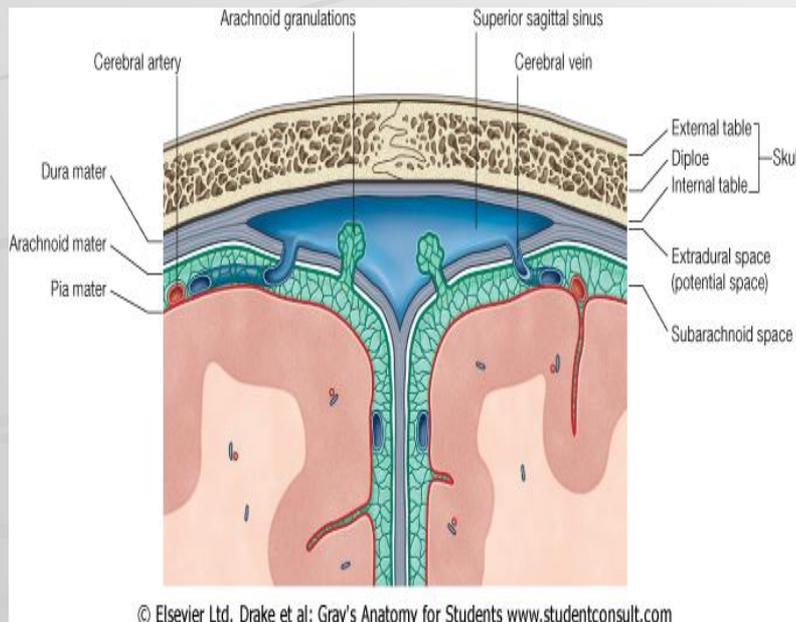
- ✦ Всасывание СМЖ происходит:

1. Венозным путем
2. По вторичным путям



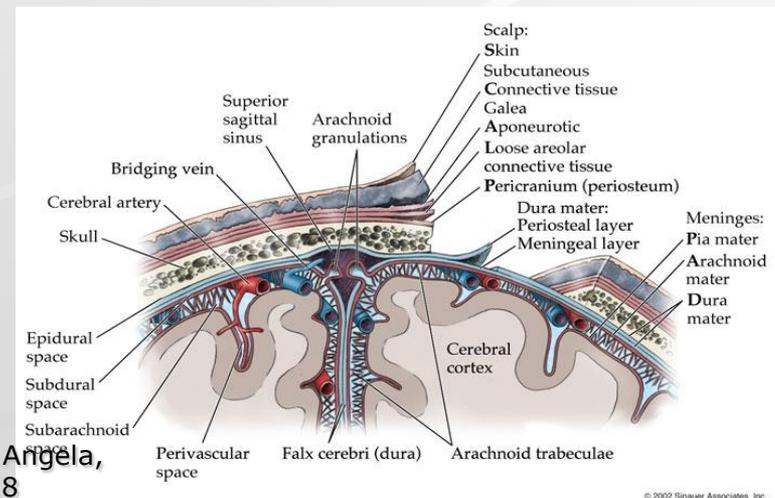
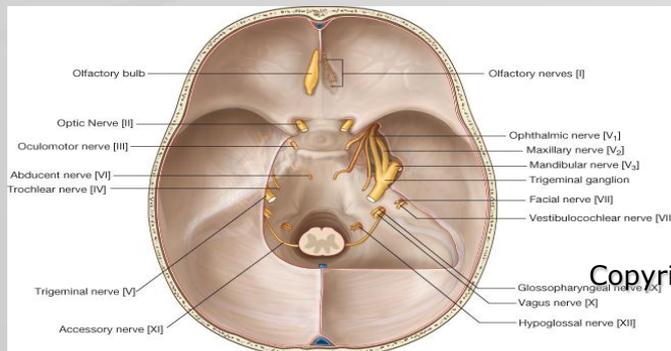
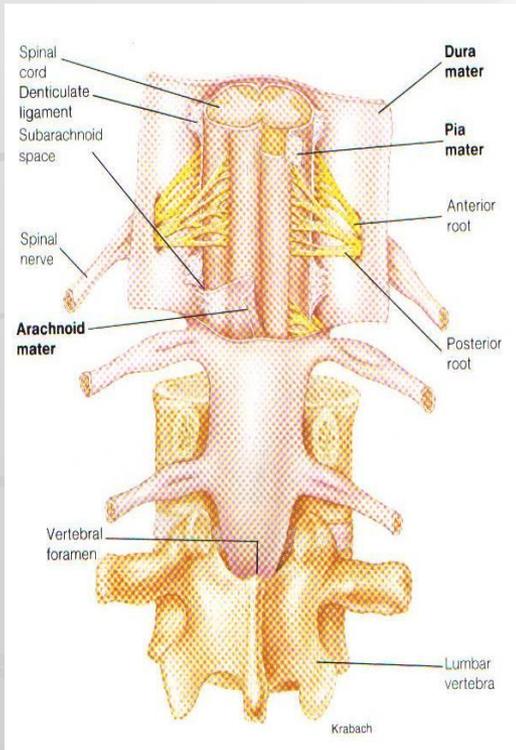
Венозный путь всасывания

1. Является основным путем реабсорбции СМЖ.
2. Осуществляется посредством грануляций паутинной оболочки.
3. СМЖ проводится клетками невротелия в виде пузырьков, которые поступают в венозную кровь.



Вторичные пути всасывания СМЖ

- Реабсорбция СМЖ происходит вдоль влагалищ СМН и черепных нервов.
- Реабсорбция на уровне эпендимы желудочков мозга.
- Реабсорбция через корковые капилляры.



Copyright © Babuci Angela,
updated 2018

Роль СМЖ

Механическая функция

Биологическая функция

Экскреторная функция



✦ *Механическая функция СМЖ*

- a) Головной мозг плавает в СМЖ и таким образом реальная масса мозга "in situ" уменьшается с 1400 gr до 50gr.
- b) Головной мозг фиксируется при помощи сосудов, нервов и трабекул подпаутинного пространства.
- c) 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.

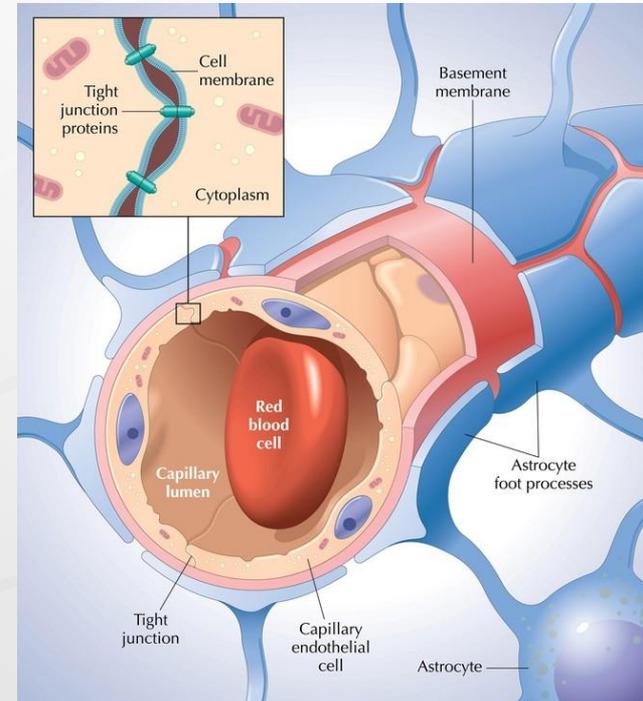
Барьеры ЦНС

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

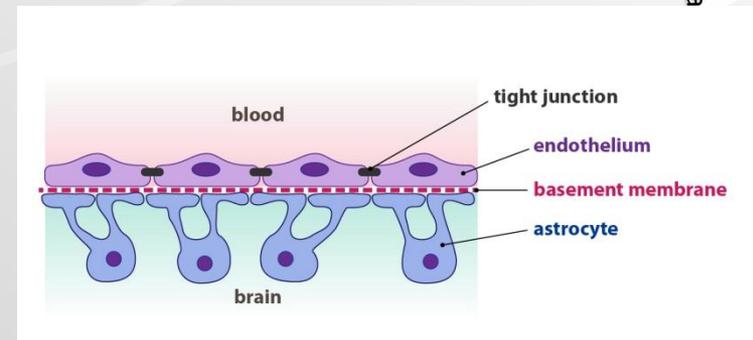


Гемато-энцефалический барьер

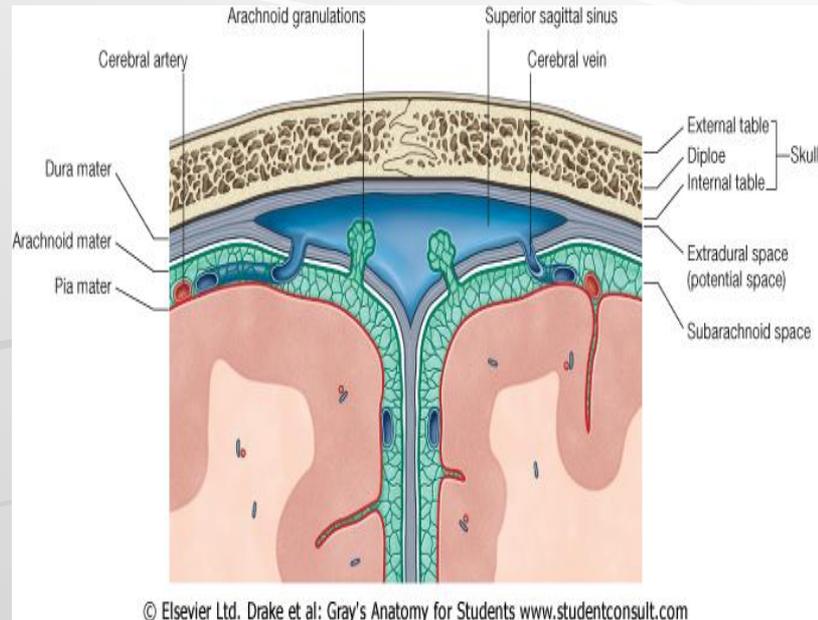
- Гемато-энцефалический барьер
ГЭБ образован стенкой мозговых капилляров, на наружной стенке которых расположены отростки астроцитов. Стенка мозговых капилляров состоит из базальной мембраны, которая выстлана слоем эндотелиальных клеток. **Структурные особенности мозговых капилляров:**
 - между эндотелиальными клетками имеются тесные связи, которые препятствуют свободному прохождению веществ.
 - эндотелиальные клетки содержат много митохондрий и на уровне мозговых капилляров отсутствуют пиноцитарные пузырьки.
- Эндотелиальные клетки обладают активными высоко дифференцированными транспортными механизмами.



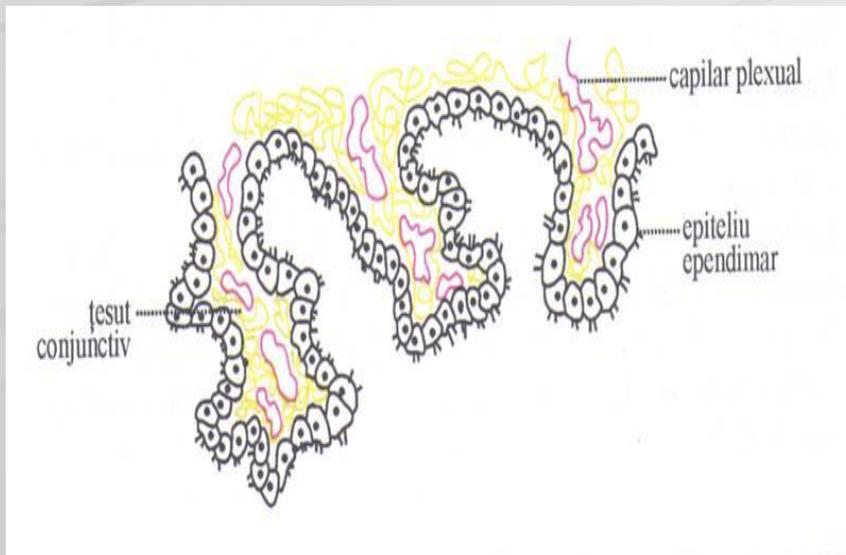
Copyright © Babusi Angela
updated 2018



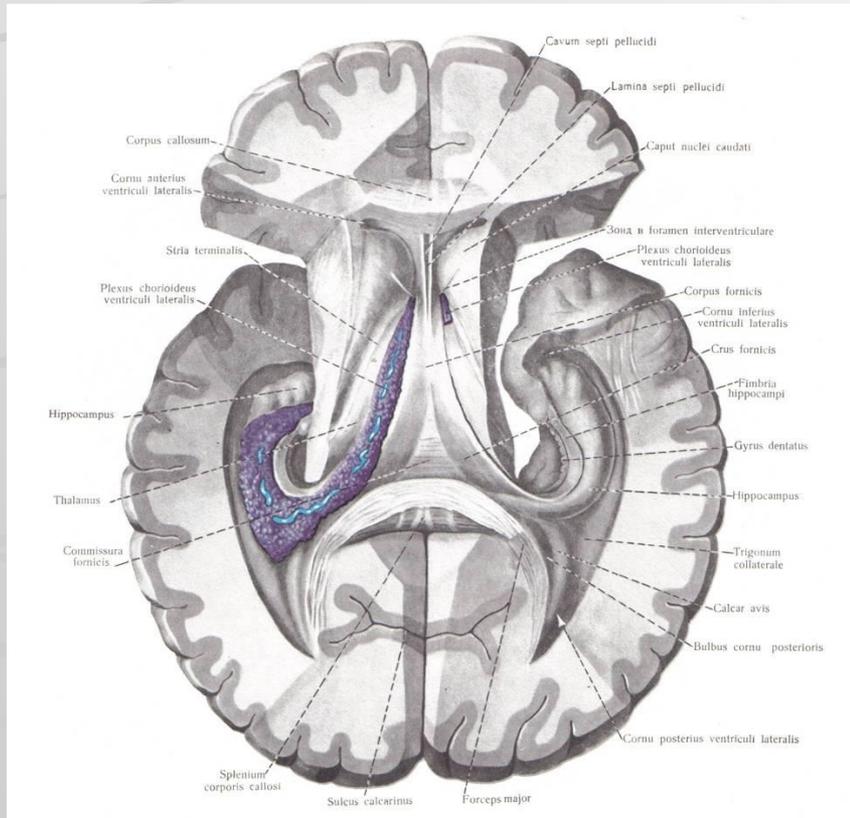
Барьер кровь – СМЖ



- Между ТОГМ и паутинной оболочкой с одной стороны и базальной мембраной мягкой оболочкой с другой стороны расположено пространство, которое образует кровеносно-ликворный барьер.
- *Этот барьер образован стенкой капилляров и секреторной эпендимой сосудистых сплетений желудочков мозга.*
- *Этот барьер пропускает вещества селективно и только в направлении кровь – СМЖ.*
- Кровеносно-ликворный барьер предупреждает переход макромолекул из крови в СМЖ.



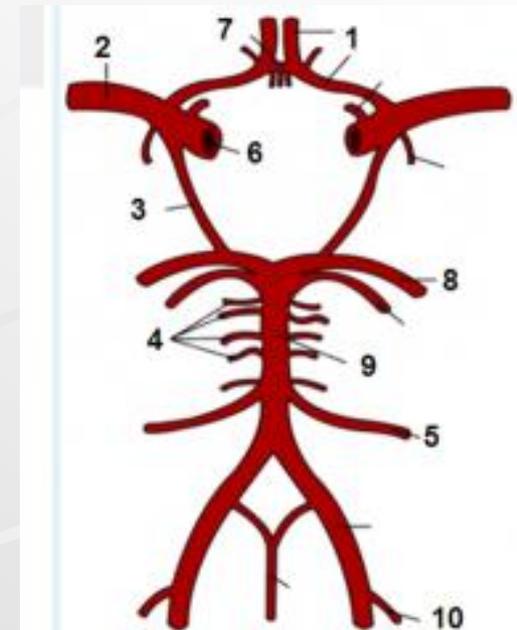
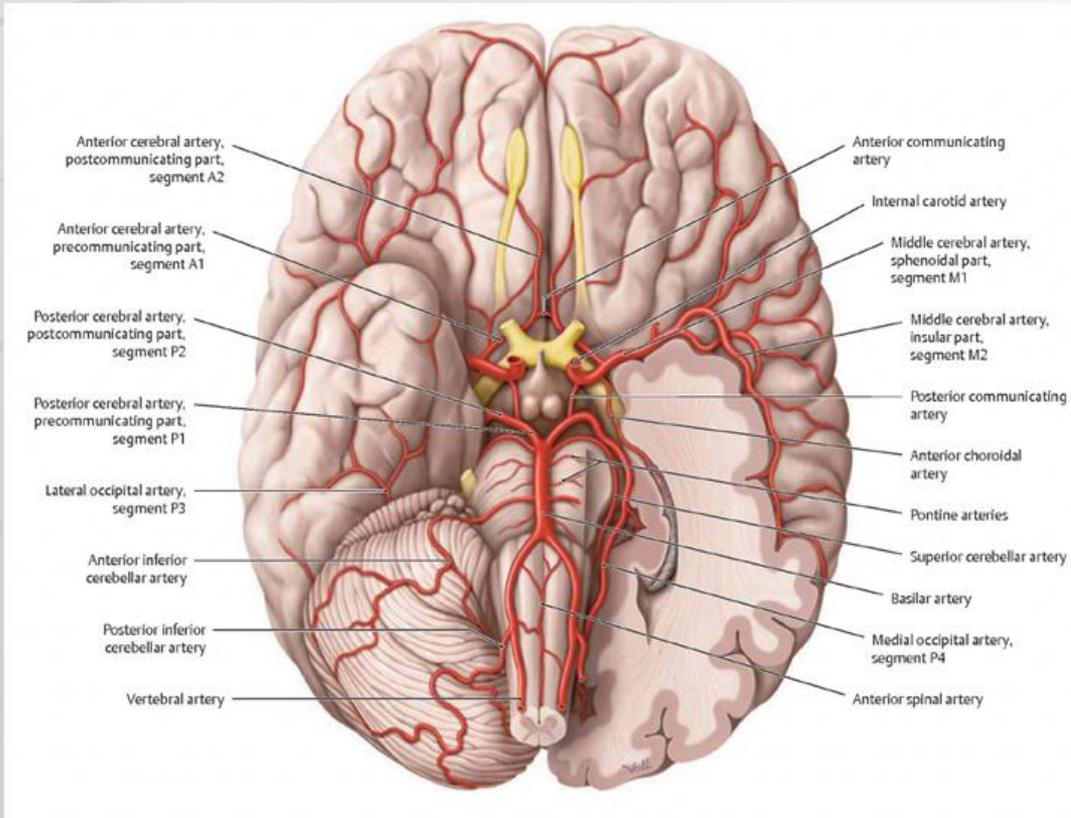
Барьер мозг – СМЖ



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

Артериальные круги мозга

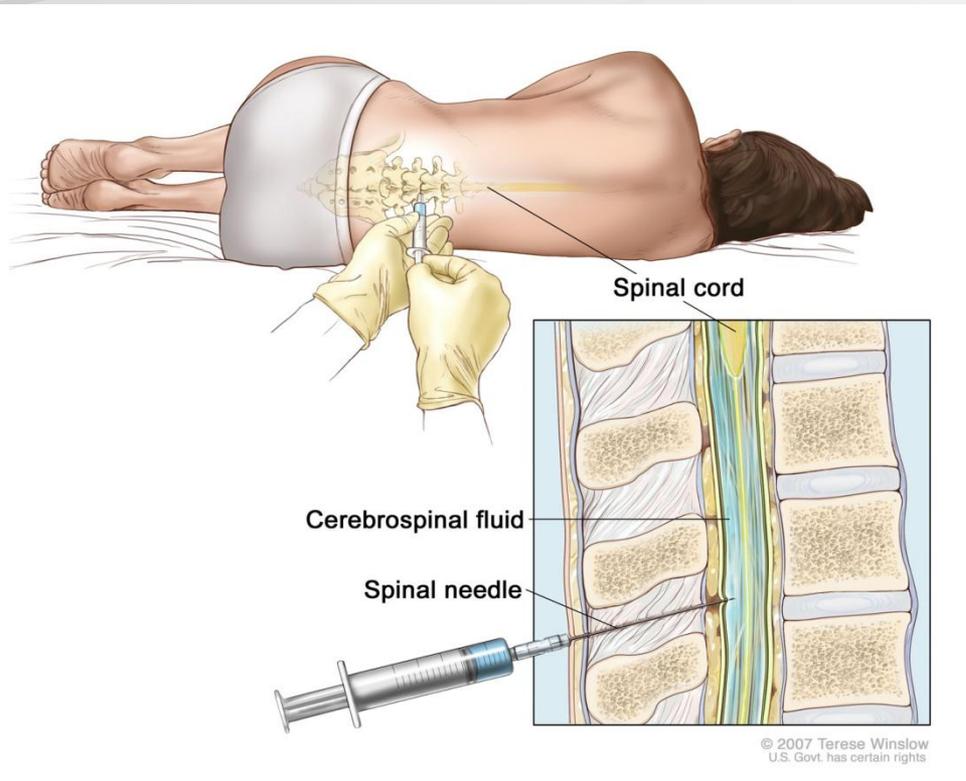
Вилизиев и Захарченко



Методы исследования желудочков и оболочек головного и спинного мозга

- ✦ Люмбальная пункция
- ✦ Пункция мозжечково-мозговой цистерны
- ✦ Вентрикулография с введением контрастного вещества (радиоактивного натрия).
- ✦ Введение коллоидного раствора содержащего радиоактивное золото в подпаутинное пространство.
- ✦ Пневмоэнцефалография
- ✦ Компьютерная томография
- ✦ Ядерно-магнитный резонанс

Люмбальная пункция



- ✦ Производится между третьим и четвертым поясничными позвонками (L3-L4)

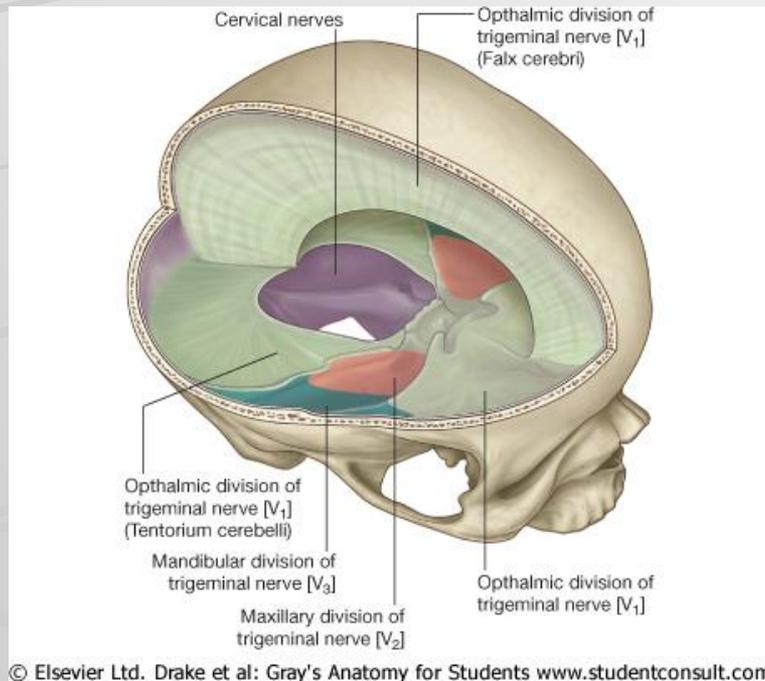
Пункция мозжечково-мозговой цистерны



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

Иннервация ТОГМ

- ✦ 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.



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

- ✦ При повышенном давлении СМЖ расширяются желудочки мозга и развивается гидроцефалия.
- ✦ *Причины гидроцефалии:*
 1. Повышенная секреция СМЖ
 2. Нарушение дренажной функции
 3. Блокада на пути оттока СМЖ

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.