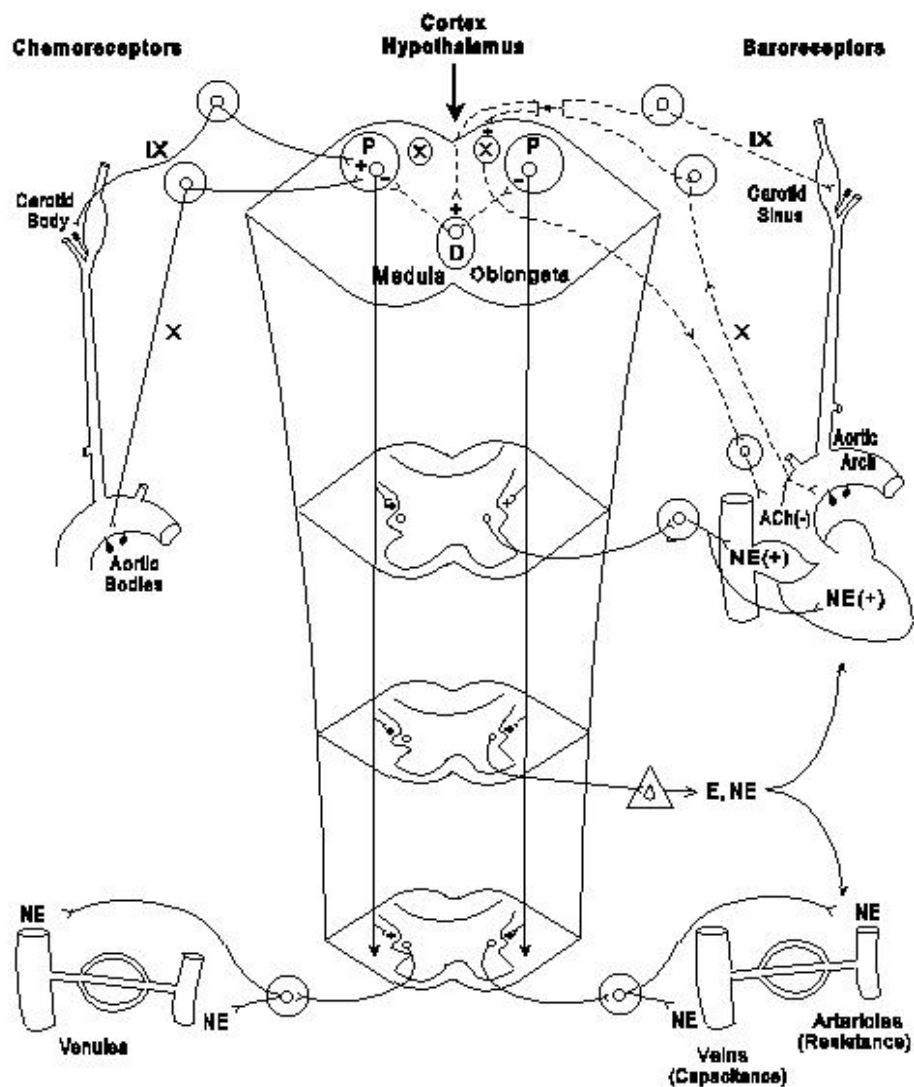


# РЕГУЛАЦИЯ НА КРЪВООБРАЩЕНИЕТО

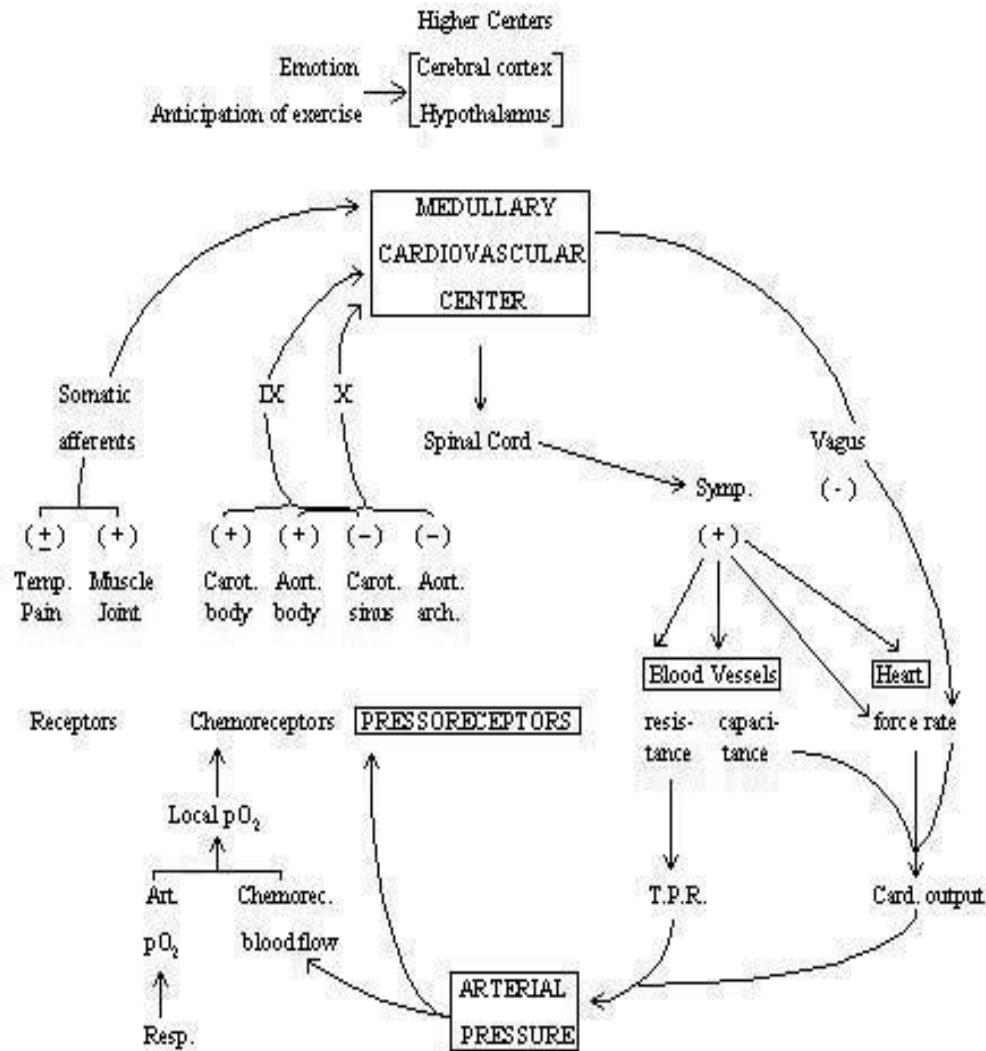
Особености на  
кръвообращението в някои  
съдови области

Доц. д-р Боряна Русева, д.м.  
Сектор “Физиология”  
МУ - Плевен

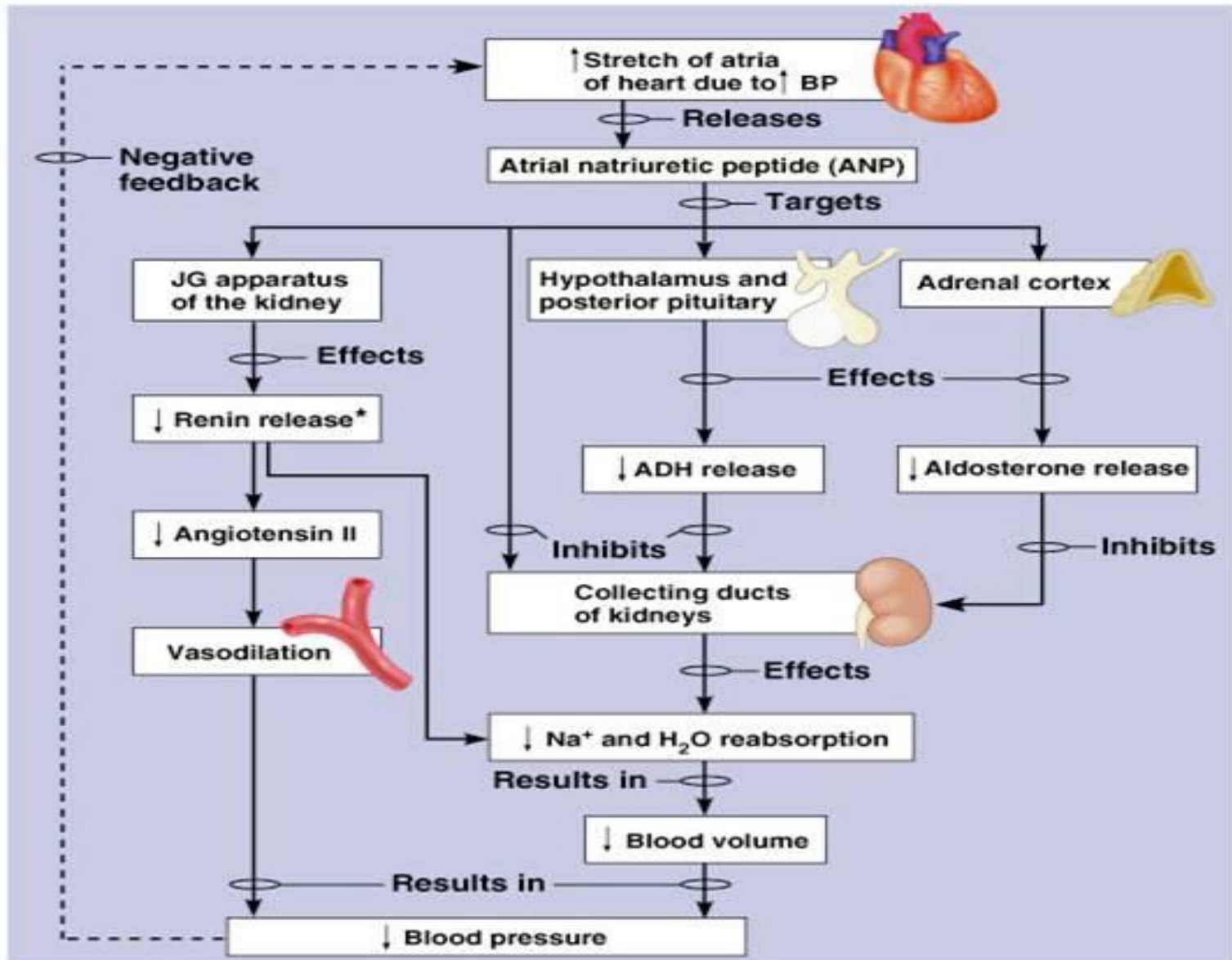
# Бърза регулация на на АН - барорецепторен и хеморецепторен рефлекс



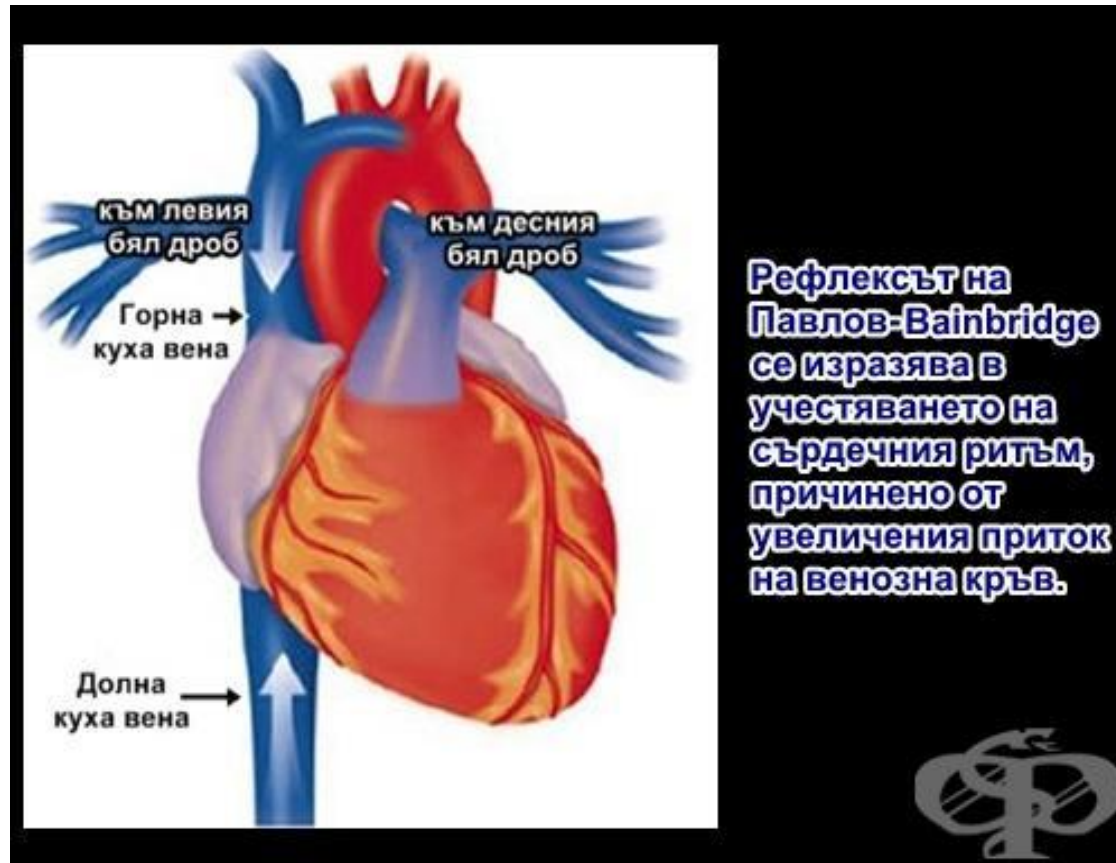
# Нервен контрол на АН



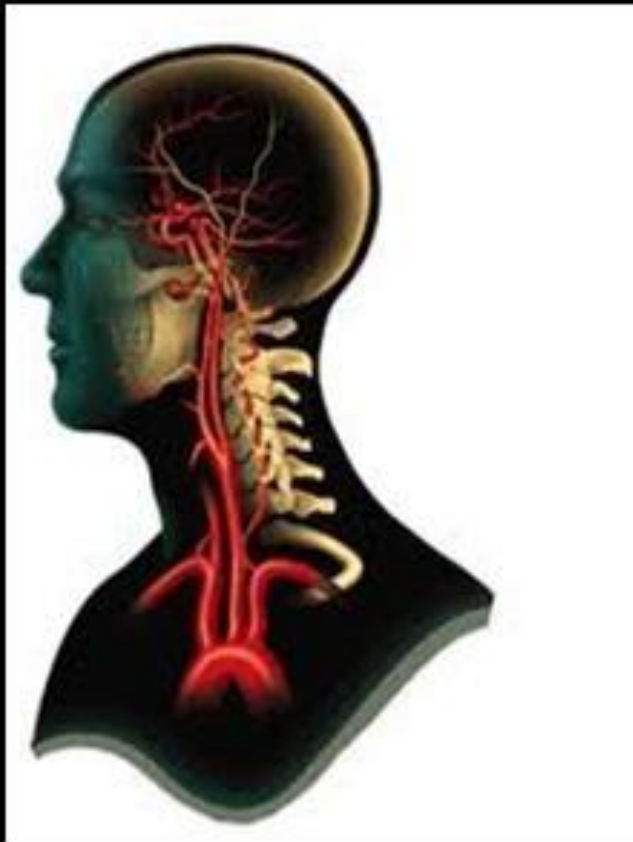
# Дълготрайна регулация на АН



# РЕФЛЕКС НА ПАВЛОВ - БЕЙНБРИДЖ



## Особености на циркулацията в мозъчното кръвообращение



# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- Няколко са особеностите на циркулацията в мозъчното кръвообращение:
  - Мозъчният кръвен ток се извършва в черепа, който представлява една затворена и с неподатливи стени обвивка.
  - Това означава, че пулсовите и обемните изменения на мозъчните съдове ще бъдат значително ограничени.
  - Увеличението на притока на кръв към мозъка е възможно, ако нарасне линейната скорост на кръвта или ако настъпят противоположни изменения в обема на венозните и ликворните пространства, които играят ролята на дренажна система.
  - Мозъчният кръвен ток е константна величина в случаите, когато средното артериално налягане в: a. carotis communis е в границите на 70 mmHg и 180 mmHg, при условие, че промените в налягането не са много резки.

# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

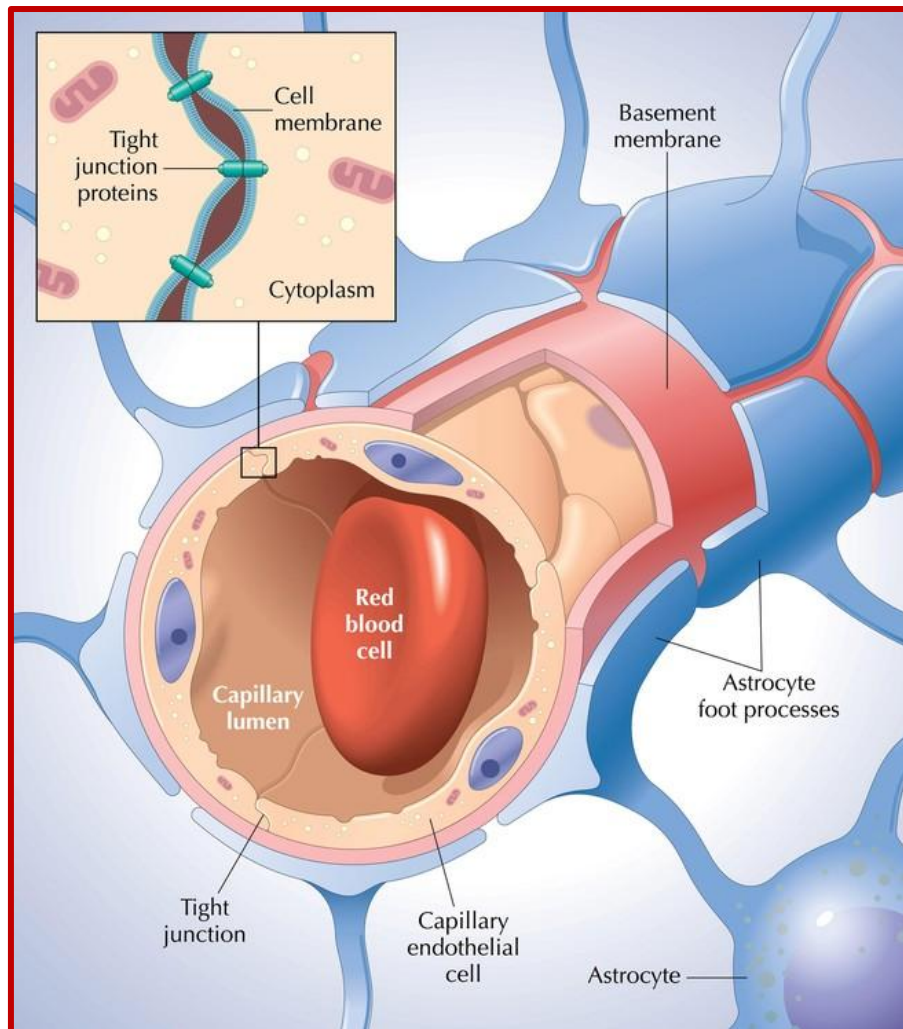
- Един от органите с най-голяма кислородна консумация е мозъкът (за 1 минута 100 г мозъчна тъкан консумира 3-5 мл кислород, което ще рече около 20 % от общата кислородна набавка на организма при условия на покой).
- Мозъчната активност изцяло зависи от притока на кислород.
- Това е и причината при прекратяването на кислородната набавка, само за няколко секунди да настъпва загуба на съзнание.
- Ако този процес продължи няколко минути - настъпват тежки функционални нарушения, а при прекратяването на кислородна набавка за 7 мин, настъпват морфологични промени в клетките на мозъчната кора, които са несъвместими с живота.



# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- Кръвоснабдяването на мозъка е от голямо значение за нормалното протичане на мозъчните функции.
- Капилярите на главния мозък се отличават със своеобразна пропускливост, което провокира *Лина Щерн* да създаде своята оригинална **концепция за кръвно-мозъчната бариера**.
- Докато много от водноразтворимите компоненти, както и някои йони почти не преминават през капилярната стена, то липидноразтворимите съставки на кръвта преминават свободно.
- Този бариерен ефект се дължи, както на „активен транспорт“ в обратно направление, така и на някои физични особености на капилярите.

# КРЪВНО-МОЗЪЧНА БАРИЕРА



# ФУНКЦИИ НА КРЪВНО-МОЗЪЧНАТА БАРИЕРА

- ⦿ Предпазва мозъка от „чужди вещества” в кръвта, които може да му навредят.
- ⦿ Предпазва мозъка от хормони и невротрансмитери, предназначени за други части на тялото.
- ⦿ Поддържа постоянна среда за мозъка.

# ОБЩИ СВОЙСТВА НА БАРИЕРАТА

- Големите молекули не могат да преминават през нея лесно.
- Молекули, които са слабо мастноразтворими или изобщо не се разтварят в мазнини не навлизат в мозъка.
- Мастноразтворими вещества, като въглероден диоксид; алкохол; някои лекарства, напр. барбитуратите, бързо навлизат в мозъка.
- Молекулите, които притежават голям електрически заряд навлизат бавно.

# БАРИЕРАТА МОЖЕ ДА БЪДЕ НАРУШЕНА ОТ:

- ⦿ Високо кръвно налягане;
- ⦿ Стадия на развитие: бариерата съществува при новородените, но вероятно е недоразвита;
- ⦿ Висока концентрация на дадено вещество може да отвори бариерата;
- ⦿ Микровълни;
- ⦿ Радиация;
- ⦿ Инфекция;
- ⦿ Мозъчна травма: исхемия, възпаление, нараняване, повишено налягане.

# ЦИРКУМВЕНТРИКУЛАРНИ ОРГАНИ

- Има няколко области от мозъка, в които бариерата е отслабена. Това позволява на веществата да навлизат в мозъка относително свободно.
- Тези области са известни като „циркумвентрикуларни органи”.
- Чрез тях мозъкът може да следи състава на кръвта. Тези органи включват:
  - **Епифиза:** секретира мелатонин и невроактивни пептиди. Свързана е с циркадните ритми (циклите на сън и бодърстване).
  - **Неврохипофиза:** освобождава неврохормони, като окситоцин и вазопресин в кръвта.

# ЦИРКУМВЕНТРИКУЛАРНИ ОРГАНИ

- Area postrema: „център на повръщането” - когато в кръвта попадне токсично вещество, то достига до *area postrema* и може да накара животното или човека да повърне. Така организмът се предпазва, отстранявайки токсичната субстанция от стомаха си преди да са нанесени повече щети.
- Областта под мозъчния свод (субфорникалният орган): важен за регулацията на телесните течности.
- Organum vasculosum laminae terminalis: хемосензорна област, която детектира пептиди и други молекули.
- Eminentia mediana hypothalami: регулира предния дял на хипофизата чрез отделяне на неврохормони.

# ГРЪБНАЧНОМОЗЪЧНА ТЕЧНОСТ

- Пространството между обвивките на главния и гръбначния мозък, както и мозъчните вентрикули и централния канал на гръбначния мозък е запълнено с течност, която се нарича гръбначно-мозъчна течност или ликвор (liquor cerebrospinalis).
- Ликворът е прозрачна безцветна течност, която по своя състав се отличава от плазмата на кръвта и лимфата.
- Обемът на гръбначно-мозъчната течност на възрастен човек е около 120 - 140 мл. като 25 мл. се съдържат във **вентрикулите**.
- Дневно организмът произвежда 600 - 700 мл или 0,2 - 0,7 мл/мин.
- Налягане на ГМТ = 10 - 30 мм воден стълб.



# ГРЪБНАЧНОМОЗЪЧНА ТЕЧНОСТ

- За 30% (предимно вода и електролити) от ликворната течност се смята, че проникват посредством дифузия от кръвта в ГМТ през епендимоцити или през арахноида, макар там също да е налице кръвно-мозъчната бариера, докато за производството на останалите 70% от ГМТ се грижат специални модифицирани клетки на ЦНС намиращи се в епителия на хороидния плексус.
- Тя съдържа почти толкова натрий (148 ммол/л), колкото и кръвната плазма, но по-малко белтъци (0,3 г/л), глюкоза, аминокиселини, калий (2,5 ммол/л) и калций (1,2 ммол/л), а повече хлориди (125 ммол/л) креатинин и магнезий, рН = 7,33
- Едновременно с образуването на цереброспиналната течност става и нейното всмукване предимно по венозен, но отчасти и по лимфен път.

# ГРЪБНАЧНОМОЗЪЧНА ТЕЧНОСТ

- Гръбначномозъчната течност има двойко значение в организма:
  1. Тя защитава мозъка от сътресения и повреди. Способствайки за равномерното разпределение на налягането в костната кутия, тя играе ролята на механичен буфер между твърдите костни стени и меките мозъчни тъкани.
  2. Отчасти чрез нейното посредничество се осъществява обмяната на някои вещества в ЦНС; пак в нея става отделянето на част от крайните продукти от обмяната в мозъчното вещество.

# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- ❑ С промените в парциалните налягания на кислорода и въглеродния диоксид са свързани метаболитните явления.
- Ако посредством хипервентиляция парциалното налягане на въглеродния диоксид се намали, кръвният ток в мозъка се редуцира, докато увеличението на парциалното налягане на въглеродния диоксид увеличава мозъчния кръвен ток.
- Въглеродният диоксид прониква лесно през кръвно-мозъчната бариера и благодарение на това извънсъдовата концентрация на водородни катиони се увеличава, и тонусът на мозъчните съдове намалява.
- В тази регулация, по-несъществена роля играе напрежението на кислорода.

# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- ❑ Важен фактор в регулацията на обемната скорост на кръвта е мозъчната активност.
- Опитно е установено, че дори локално повишена невронна активност е свързана с местно усиляване на кръвния ток, както и, че едностранното осветляване (светлинните лъчи попадат само в едната половина на зрителното поле) на котка, в течение на 5 s, увеличава мозъчния кръвен ток само в съответната окципитална област.
- За тази цел се използва радиоактивен ксенон, като с помощта на гама-енцефалографска уредба се определя клирънсът му в дадена област на мозъка, като по неговата стойност се съди за величината на кръвния ток.
- Този метод бива използван за идентифицирането на участъци на мозъчната кора, които са свързани с психомоторната възбуда или реагират на дразнителни с различен характер.

# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

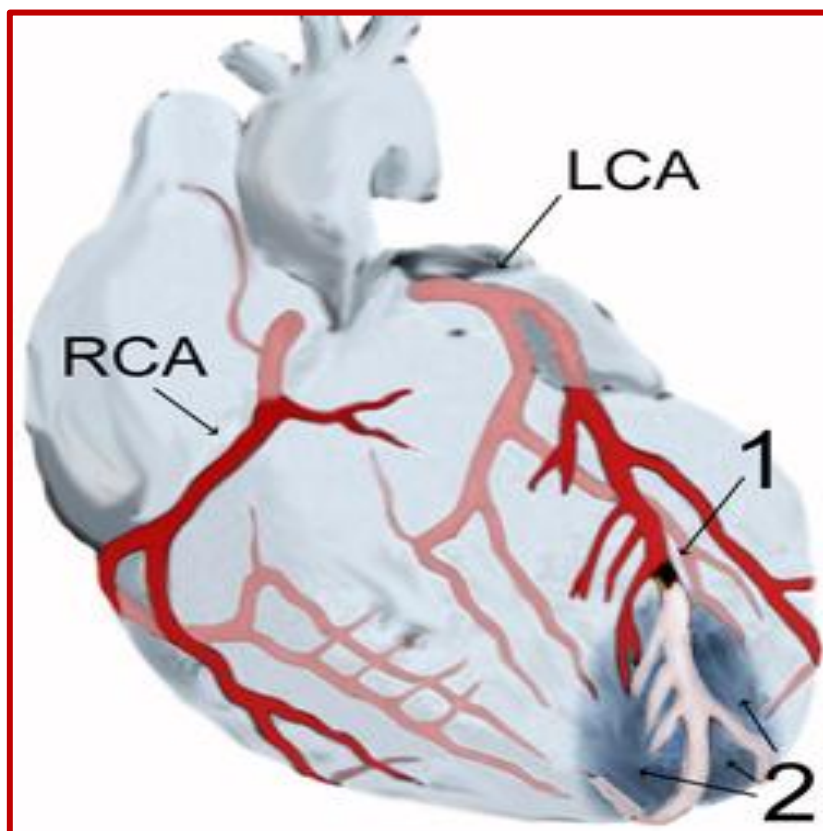
- Без значение, че мозъчните съдове (големите артерии) са добре инервирани от влакна на двата дяла на ВНС, **нервните влияния върху мозъчния кръвен ток са незначителни.**
- Това е благоприятно обстоятелство в случаите, при които в организма се създават условия за обща вазоконстрикция (например при кръвозагуба), тъй като мозъчният кръвен ток не се нарушава.
- При нормални условия, в черепномозъчната кутия има около 75 мл ликвор (мозъчна течност) и 75 мл кръв, като тези количества са добре балансирани.
- Всяко увеличение на вътремозъчното налягане, което се дължи, например на затруднено оттичане на ликвор или на друга причина, води до притискане на мозъчните съдове.
- При повишаване на венозното налягане се покачва и интракраниалното налягане, а то от своя страна намалява мозъчния кръвен ток, като предпазва съдовете от разкъсване.

# ОСОБЕНОСТИ НА ЦИРКУЛАЦИЯТА В МОЗЪЧНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

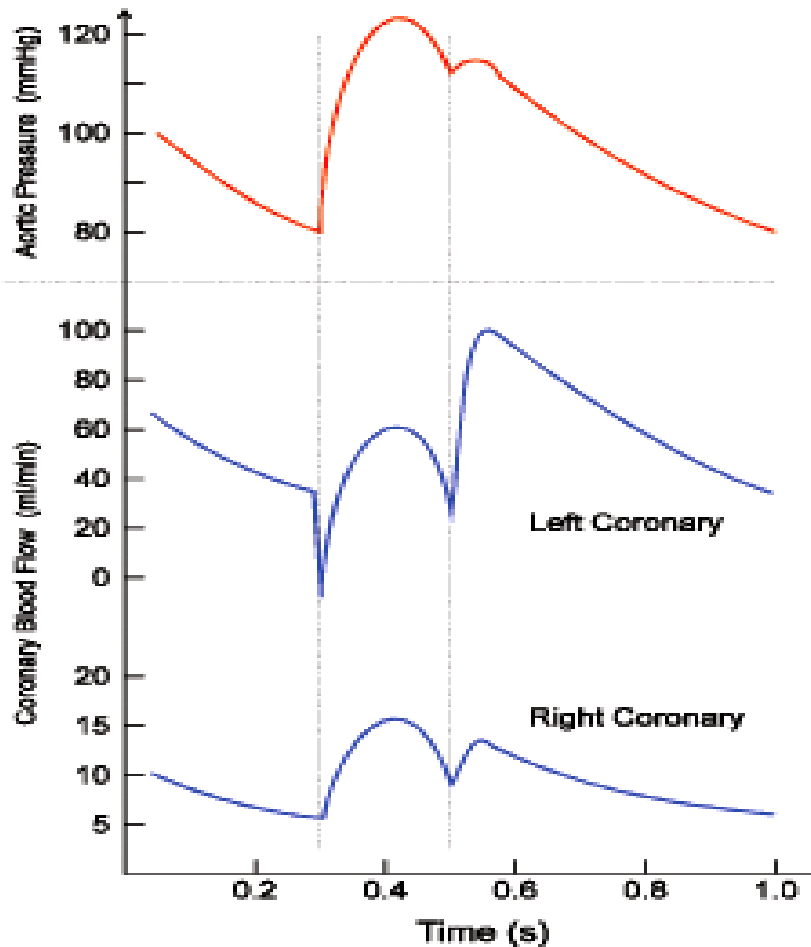
- В случаите, когато вътремозъчното налягане е по-голямо от 33 mm Hg, за кратък период от време, мозъчният кръвен ток намалява, при което настъпва мозъчна исхемия, която се явява причина за активиране на булбарната пресорна зона.
- В резултат на това, артериалното кръвно налягане се покачва.
- Хипоксията на мозъчната кора у възрастни хора (особено по време на сън), е причина за по-високите стойности на артериалното налягане сутрин след събуждане, в сравнение с тези през деня, които са по-ниски.

# ОСОБЕНОСТИ НА КРЪВООБРАЩЕНИЕТО В МИОКАРДА

Сърцето се кръвоснабдява от *лява и дясна коронарна артерия*, излизащи от аортата точно зад платната на аортната клапа.



# ОСОБЕНОСТИ НА КРЪВООБРАЩЕНИЕТО В МИОКАРДА

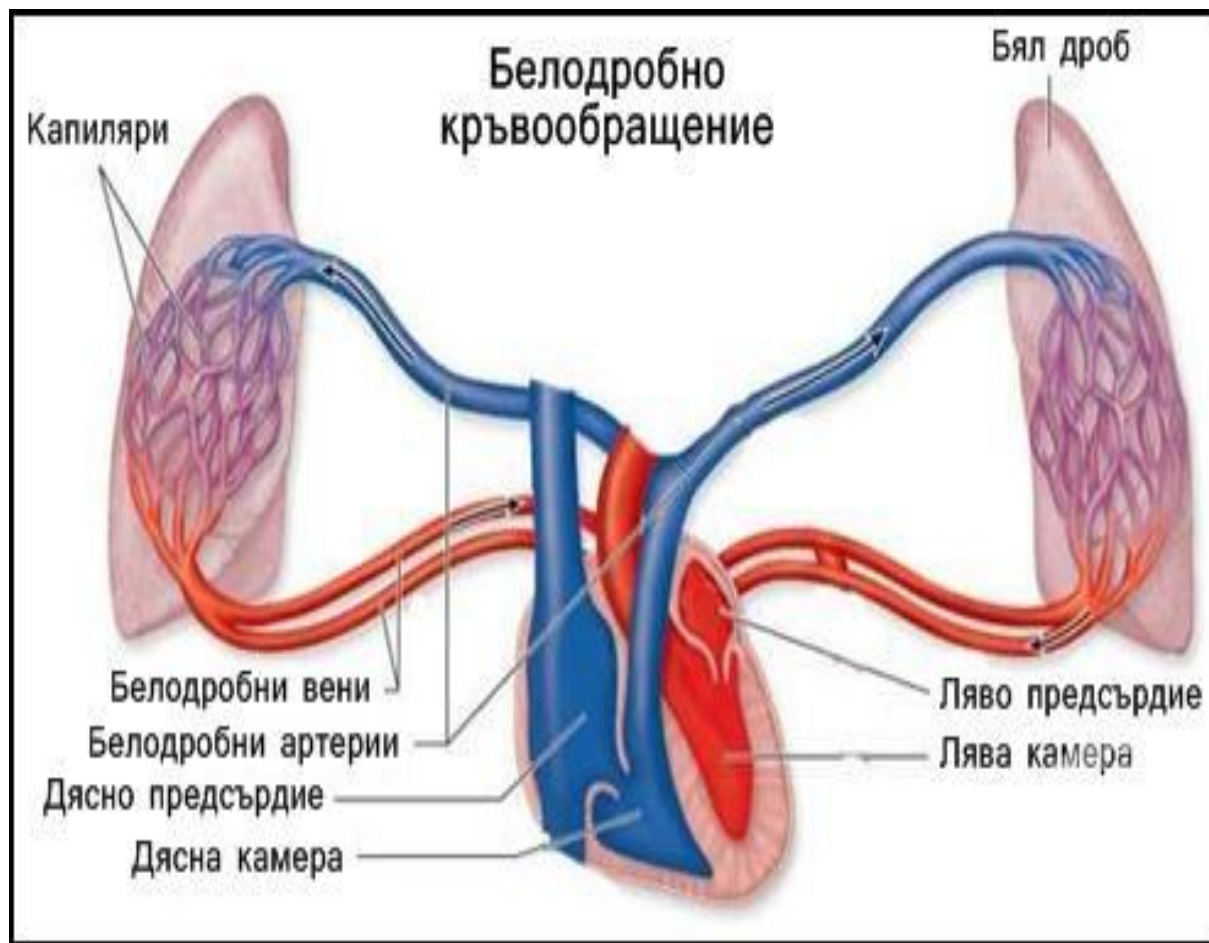


✓Кръвотокът в лявата коронарна артерия е малък по време на систола и рязко се увеличава в началото на диастолата. През периода на диастолата преминава 80% от целия кръвоток.

✓Кръвотокът в дясната коронарна артерия е по-голям по време на систола.



# ОСОБЕНОСТИ НА БЕЛОДРОБНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ



# ОСОБЕНОСТИ НА БЕЛОДРОБНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- Осигуряването на ефективна газова обмяна е основната функция, която белите дробове изпълняват в човешкия организъм.
- Особеностите на циркулацията в белодробното кръвообращение са такива, че позволяват белодробната циркулация напълно да се адаптира към тази им функция.
- При изправено положение на тялото, разпределението на кръвта в белите дробове, в голяма степен зависи от хидростатичното налягане, което е функция на гравитационните сили.
- Така например налягането в съдовата система, в основата на белите дробове е с **8 mm Hg** повече, а в горната част на белите дробове с **10 mm Hg** по-малко, от налягането на нивото на сърцето.

# ОСОБЕНОСТИ НА БЕЛОДРОБНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- Това дава обяснение на големите различия в кръвния ток на горната и долната част на белите дробове, тъй като средното артериално налягане във върховете е около **3 mm Hg**, а в основата **21 mm Hg**.
- Поради тази причина кръвната перфузия на върховете е значително по-слаба в сравнение с тази в основата, като практически само по време на систола тя е налице.
- Това неблагоприятно разпределение на кръвта в белите дробове се преодолява при физическа работа, при която белодробното артериално налягане се покачва и кръвният ток във върховете, а с това и газовата обмяна значително се подобряват.

# ОСОБЕНОСТИ НА БЕЛОДРОБНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- *Белодробните съдове се характеризират с голяма широчина, с малка дължина и голяма разтегливост.* Това е причината по време на систола, при един и същ ударен обем на двете камери, налягането в белодробната артерия да се покачва от **8 на 22 mm Hg**, а в аортата от **80 на 120 mm Hg**.
- Опитно е доказано, че съпротивлението на белодробните артериоли, представлява само 20% от това на системното кръвообращение. Наблюдава се последователно понижение на налягането в белодробното кръвообращение, а именно в:
  - белодробната артерия, то е около **13 mm Hg**;
  - белодробните капиляри - около **7 mm Hg**;
  - белодробни вени, най-малко - около **4 mm Hg**.
- В капилярната област, поради ниското налягане, са налице условия за образуване на тъканна течност, което е от голяма значимост за газовата обмяна.
- При някои патологични състояния, при които настъпва кръвен застой в белите дробове (капилярното налягане надхвърли КОН на кръвта), алвеолите се изпълват с тъканна течност и дишането се затруднява.

# ОСОБЕНОСТИ НА БЕЛОДРОБНОТО КРЪВООБРАЩЕНИЕ

- Интересен феномен е, че ако кръвта, която преминава през белодробните капиляри не съдържа еритроцити, се развива оток, независимо, че КОН не е нарушено.
- Количеството на кръвта в белите дробове е около 450 мл, от тях 70 мл се намират в капилярите. Естествено, при различни физиологични и патологични условия, това количество може да варира в широки граници.
- За пример може да послужи дишането срещу повишено атмосферно налягане (такова може да се наблюдава при свирене на тромпет, например), при което в белите дробове остават не повече от 200 мл кръв. При състояния на кръвозагуба, голяма част от кръвта в белите дробове автоматично се прехвърля в системното кръвообращение и допринася за компенсиране на загубеното количество кръв.
- Локалното намаляване на  $pO_2$  в алвеолите води до вазоконстрикция!!!

# БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!

