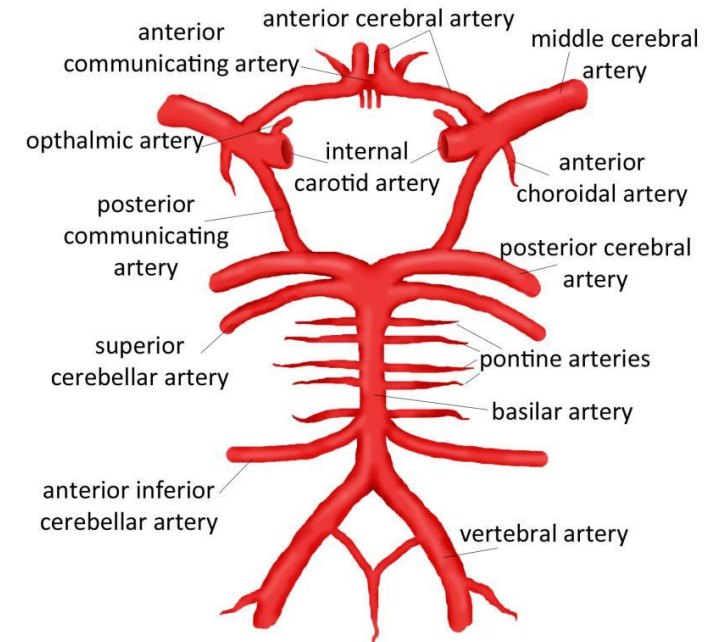


Анатомија, физиологија и патофизиологија на мозочната циркулација

Проф. д-р Анита Арсовска
Универзитетска клиника за неврологија



Каротидни артерии-анатомија, физиологија и патолошки промени

- Кислородот, хранливите материи и другите супстанции неопходни за потребите на мозокот се пренесуваат преку крвта.
- Потребите на мозокот се постојани и непрекинливи, поради што е неопходна постојана циркулација, која би била квантитативно достапна и квалитативно непроменлива.
- Крвните садови на големиот мозок потекнуваат од двете аа. Carotis internae и две аа. vertebrales, кои меѓусебно се поврзани и го сочинуваат Willis-овиот круг.
- А carotis interna ги снабдува предните, а а vertebrales задните делови на мозокот.

A carotis communis (ACC)

- A carotis communis (ACC) излегува од различни места на лакот од аортата.
- Десната ACC е гранка на truncus brachiocephalicus, од кој се одвојува во висина на стерноклавикуларниот зглоб и е 4-5 см подолга од левата ACC, која директно излегува од аортата.
- Овие артерии во предел на fossa carotica (најчесто во ниво на горната тироидна рскавица, односно четвртиот вратен прешлен) се проширени во булбус и тука се разгрануваат на внатрешна и надворешна каротидна артерија.
- Во 70 % од случаите, после рачвањето, a.carotis interna (ACI) е поставена латерално од a. carotis externa (ACE).
- Во 18% од случаите ACI е сместена позади и латерално, а во 12 % од случаите се наоѓа позади и медијално од ACE.

A carotis externa (ACE)

- ACE се протега во висина од горниот раб на тироидната рскавица до вратот на мандибулата.
- На таа висина артеријата завршува со две завршни гранки a.temporalis superficialis и a.maxilaris.
- Од стеблото на ACE се одвојуваат 6 бочни гранки: a.thyroidea superior, a.lingualis, a.facialis, a.pharyngea ascendens, a.occipitalis и a.auricularis posterior.
- ACE обезбедува васкуларизација на целата глава, освен на мозокот, окото, очната празнина и внатрешното уво.

A.carotis interna (ACI)

- ACI го васкуларизира мозокот и сетилото за вид.
- По бифуркацијата, таа оди нагоре во парафарингеалниот простор и влегува во черепот преку canalis carotis во пирамидата на петрозната коска.
- Овој субкранијален дел е долг 2-4 см.
- Латерално се наоѓа v.jugularis interna, медијално ларинкс и тироидна жлезда, а позади длабоките мускули на вратот.
- Средниот дијаметар во вратниот дел изнесува 7-8 мм.
- Поширока е од ACE , а од неа се разликува и по тоа што од вратниот дел нема гранки.

A.carotis interna (ACI)

- Поширока е од ACE , а од неа се разликува и по тоа што од вратниот дел нема гранки.
- После цервикалниот, следува петрозниот сегмент на ACI.
- Важни се нејзините интрапертозни бочни гранки, бидејки во случај на проксимална оклузија, овозможува ретрограден проток низ дисталниот дел на ACI.
- Супраклиноидалниот дел, односно завршниот дел, во предел на бочниот раб на хијазмата се рачва на две завршни гранки a.cerebri media-ACM и a. cerebri anterior-ACA.

A.carotis interna (ACI)

- Од супраклиноидалниот дел се одвојува и a.communicans posterior - ACoP и a.ophtalmica -АО (важна артеријална анастомоза помеѓу интра и екстракранијалното крвно снабдување).
- Утврдување на ретрограден проток низ АО зборува за високостепена стеноза или оклузија на проксимален дел на ACI.
- Во кавернозниот дел ACI е во близок контакт со III, IV, V и VI кранијален нерв .

A .cerebri anterior (ACA)

- По одвојувањето од ACI оди према напред и медијално, над n. opticus и на ниво на интрахемисфералната фисура се спојува со парот од спротивната страна, преку a.communicans anterior (AcoA).
- Дава бројни церебрални кортикални и субкортикални гранки (најважна е a.reccurens Heubneri, како и гранки за corpus calosum).
- Иригационото подрчје на ACA ја опфаќа предната и горната зона на челниот резен, горна зона на париеталниот резен, целата внатрешна страна на хемисферата над corpus calosum, corpus calosum и дел од corpus striatum.

A.cerebri media (ACM)

- A cerebri media е главното завршно стебло на ACI.
- Таа носи 80% од целокупниот волумен на крвта на ACI.
- Со бројни кортикални гранки го васкуларизира најголемиот дел од мозочниот конвекситет на хемисферите (фронтален, париетален, темпорален и дел од окципитален резен).
- Со длабоките перфорантни гранки ја снабдува со крв сивата маса, путаменот и предниот крак на capsula interna (меѓу кои најголема и најодговорна за хеморагија е a. haemorrhagica cerebri –Charcot.

A.chorioidea anterior

- Таа е една од завршните гранки на АСІ која се јавува во близина на почетокот на a.communicans posterior, оди напред и латерално помеѓу темпоралниот лобус и pedunculus cerebri, завршувајќи во plexus chorioideus.

A. communicans posterior

- Оваа артерија излегува од АСІ блиску до оптичкиот тракт, оди латерално и се спојува со АСР, главна и завршна гранка на a.basilaris
- Вертебробазиларниот слив го сочинуваат a.vertеbralis (AV) и a.basilaris (AB) и нивните гранки

A.vertebralis (AV)

- После одвојувањето од a.subclavia, a.vertebralis оди према горе, и на ниво на шестиот цервикален прешлен влегува во foramen transversum.
- Потоа оди низ отворите на попречните продолжетоци до вториот цервикален прешлен, а потоа низ foramen transversum на атласот, каде прави лак и пробивајќи ја дурата и арахноидеата, преку foramen occipitale magnum влегува во задната черепна јама.
- Одејќи долж кливусот, се спојува со спротивната AV на границата меѓу понсот и продолжениот мозок, создавајќи го стеблото на a.basilaris.
- Од екстракранијалниот дел на AV се одвојуваат гранки за спиналните нерви и мускулни гранки, а од интракранијалните делови- предни и задни спинални артерии, кои се симнуваат надолу, каде формираат артериски сплетови за иригација на рбетниот мозок.
- Понекогаш од a.vertebralis се одвојува a.cerebellaris inferior posterior.

A.basilaris (AB)

- A.basilaris се протега од понто мезенцефаличниот спој.
- Нејзините гранки се a.cerebellaris superior која се одвојува од дисталниот дел на AB непосредно пред нејзиното разгранување, a. cerebellaris inferior anterior, која се одвојува од проксималниот дел и a. cerebellaris inferior posterior, која се одвојува уште попроксимално на a. basilaris, а понекогаш може да излезе и од a.vertebrales.
- Овие гранки служат за васкуларизација на малиот мозок.
- Поважни бочни гранки се arteria auditiva interna и перфорантните гранки, а завршните гранки се arteriae cerebri posteriores.
- Во одреден процент (15-20%) задните мозочни артерии потекнуваат од ACI. ACP го васкуларизира окципиталниот лобус, долната и внатрешната страна од темпоралниот резен, мозочното стебло, corpus callosum, plexus chorioideus и сидовите на латералните и третата комора.

Колатерален крвоток на мозокот

- Анастомозите на крвните садови на мозокот се делат на екстракранијални, екстракранијално-интракранијални и интракранијални.
 - екстракранијални анастомози: тоа се анастомози помеѓу поединечните гранки на АСЕ.
 - екстракранијално -интракранијални анастомози: тие воглавном ги поврзуваат гранките на АСІ и АСЕ. Сместени се најчесто во поединечни кранио-фацијални шуплини (orbita, cavum nasi, cavum tympani)
 - интракранијални анастомози: анастомози помеѓу интракранијалните екстрацеребрални и интрацеребрални артерии, анастомози помеѓу главните стебла на на Willis- овиот круг и анастомози помеѓу гранките на соседните мозочни артерии кои клинички се многу значајни. Истотака тука припаѓаат и колатералите помеѓу истоимените артерии на левата и десната половина од мозокот (колатерални гранки меѓу АСІ од двете страни)
 - колатерална циркулација помеѓу ниските и високите делови од еден ист систем
- Ефикасноста на колатералната циркулација зависи од големината на садовниот лумен, како и од хемодинамските параметри, односно големината на крвниот притисок, просечната брзина, јачина на срцевиот ритам и васкуларната резистенција. Колатералиниот крвоток може да биде ограничен и неефикасен доколку има поизразени атеросклеротични промени на крвните садови.

Физиологија на крвотокот

- Мозокот е орган со голем метаболизам и затоа, иако претставува само 2% од вкупната телесна тежина на возрасна особа, троши 20 % од кислородот и 25 % од гликозата на крвта.
- Овие материи кои се неопходни за мозочниот метаболизам, аминокиселините и масните киселини, мозокот ги добива преку крвта, чиј обем на проток просечно изнесува 54мл/100г/мин кај возрасна особа.
- Протокот низ една заедничка каротидна артерија кај возрасна особа изнесува 350мл/мин, а останатата количина до вкупно 750-1000 мл/мин за целот мозок доаѓа преку вертебралните артерии.
- Обемот на протокот и потрошувачката на кислород и гликоза со тек на годините опаѓаат и до 30%.

Физиологија на крвотокот

- Средно време на поминување на крвта низ мозокот е 8-10 сек.
- Толку краткото време кое е потребно за перфузија на целиот мозок е условено со голема проточна брзина, која е овозможена со малата резистенција на церебралните крвни садови и слабо развиената капиларна мрежа (која инаку е подобро развиена во сивата маса-1000мм/мм³, отколку во белата маса 220 мм/мм³).
- Отпорот на протокот низ церебралните крвни садови е мал и зависи од должината на крвниот сад, а обратно од попречниот пресек. Тоа значи отпорот е дотолку поголем, колку што е потесен крвниот сад.
- Стенозата на церебралните крвни садови го зголемува индексот на резистенција, кој е параметар на зголемениот отпор.

Физиологија на крвотокот

- Артерискиот крвен проток во мозочните артерии е пулсативен и ламинарен. Плазмата тече поблизу до ѕидот на крвниот сад, а клеточните елементи централно низ крвниот сад.
- Ламинарниот проток во мозочните артерии станува турбулентен под одредени услови (при разгранување на крвните садови под голем агол, аномалии на артериите, постстенотично).
- Врз протокот влијае и вискозноста на крвта, која е изразена со Reynolds-ов број.
- Тој број е 2000 за првиот дел на каротидите, 500 за каротидниот сифон.
- Количеството на крв кое поминува низ мозокот зависи од градиентот на притисокот во цереброваскуларниот систем (помеѓу доводните артерии и одводните вени), кој се создава со срцевата пумпа.
- Тој во мозочните артерии изнесува 100-120 mmHg, на почетокот на артериолите е 85, а на крајот на артериолите и почетокот на артерискиот дел на капиларите е 10 mmHg.

Физиологија на крвотокот

- Крвниот притисок на крајот на венскиот дел од капиларите е 10 mmHg, а во вените просечно изнесува 5 mmHg, а во широките вени е негативен.
- Тоа практично значи дека перфузијата на мозокот зависи од артерискиот притисок.
- Перфузијата на мозокот се одржува во физиолошки граници се до падот на артерискиот притисок на 40-60 mmHg, благодарение на авторегулационите механизми на мозочниот крвоток (метаболна, авторегулациона, хемиска и неврогена контрола).
- Под 40-60 mmHg се активира рефлексот на мозочното стебло на исхемија.
- Притисокот од 20 mmHg е критичен кога веќе нема проток.

Патофизиологија на акутното васкуларно оштетување на мозокот

- Причините кои предизвикуваат акутен пад на перфузијата и мозочен удар можат да бидат од:
 - Тромбоемболична природа (кардиоемболична и артериско-артериска емболија)
 - Од атеротромботска и хемодинамска природа
- Падот на перфузијата од просечните $54\text{ml}/100\text{gr}/\text{min}$ на $20\text{ml}/100\text{gr}/\text{min}$ е горниот праг на проточност кој е реверзибилен, а падот под $10\text{ml}/100\text{gr}/\text{min}$ е долен праг на проточност, кој е иреверзибилен, односно тогаш настанува инфаркт во мозочното ткиво (централна зона на исхемична некроза)

Патофизиологија на акутното васкуларно оштетување на мозокот

- Иницијален настан во развојот на централната некроза е нарушувањето на енергетскиот метаболизам на нервните клетки (намалена синтеза на АТР под граничните вредности), а механизмот е развој на ацидоза, зголемено интрацелуларно собирање на јоните на калциум, неконтролирано создавање на слободните радикали и зголемено создавање на липидните медијатори (тромбоксан А₂, простагландини, леукотриени, фактори на агрегација на тромбоцитите)
- Мозочното ткиво кое ја опкружува централната зона на инфарктот (пенумбра) е зоната во која се гасат биоелектричните процеси, но е сочувана функцијата на плазма мембраната и јонската пумпа.

Патофизиологија на акутното васкуларно оштетување на мозокот

- Поради метаболната ацидоза (натрупување на лактати, пирувати, јаглен двооксид) која настанува во централната исхемична зона, се развива цитотоксичен едем.
- Оштетените неврони ослободуваат токсични супстанции, кои секундарно ја оштетуваат околната глија и крвните садови и доведуваат до вазоген едем.
- Едемот допринесува до понатамошно нарушување на циркулацијата и метаболизмот во зафатените неврони.