

Til trods for at hjernens vægt kun udgør ca. 2 % af kropsvægten, modtager den 20 % af hjertets minutvolumen. Det er et udtryk for, at hjernevævet med sin kontinuerlige synaptiske aktivitet har en betydelig energiomsætning, hvilket forudsætter en stor og vedvarende tilførsel af ilt og næringsstoffer. Vigtigheden heraf illustreres ved den korte tid, hjernen kan klare sig uden gennemblødning, da der efter få sekunder cirkulationsstop vil indtræde besvimelse (som følge af svært nedsat hjernefunktion pga. iltmangel) fulgt af uoprettelig celledød i hjernevævet få minutter senere.

Hjernens hinder:

Hjernen er ligesom rygmarven omgivet af hinder, meninges, der er sammenhængende med hinderne omkring rygmarven.

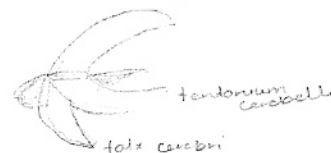
• **Spatium epidurale:** Rummet mellem dura mater encephali og kraniekassen. Eksisterer ikke under normale forhold, men kan opstå ved en blødning i de meningeale kar.

Dura mater encephali¹: Omgiver hele hjernen og fortsætter ved foramen magnum i dura mater spinalis. Den ligger tæt op mod hjerne-kassens indside². Dura mater encephali fungerer dels som beskyttende hylster for hjernen, dels som periost for kraniehulens knogler; tilsvarende består den af to sammenvoksede blade, et endostalt ydre lag og et meningealt indre lag, kun adskilt ud for de venøse sinus.

Det endostale lag beklæder hele kraniehulens indside. Det er fastbundet til basis cranii interna. Bindingen til theca cranii er fast ud for suturene, men løs til selve knoglerne. Ved kraniehulens åbninger fortsætter det i periost på kraniets udside.

Fra duras indre blad, sendes duplikaturer i dybden, som danner stærke senede septa, der både fungerer som støttestrukturer for hjernen og som et "båndapparat" for hjerne-kassen af betydning for dens afstivning.

Hjerneseglet, falx cerebri, skyder sig ned mellem de to hjernehemisfærer³. Det er fæstnet langs furen for sinus sagittalis superior, som omslutes af et højre og venstre blad. Fortil er det hæftet til crista galli og crista frontalis, mens det bagtil når til protuberantia occipitalis interna og foran denne er hæftet til tentorium cerebelli.



¹ Se side 94 i Netter. Dura på basis cranii er følsom over for smerte, idet den indeholder nervegrene fra n. trigeminus' tre grene og n. vagus. Selve hjernen er ufølsom for smerte.

² Modsat dura mater spinalis, som er adskilt af spatium epidurale.

³ Se side 97 i Netter.

CEREBROSPINALVÆSKEN DRÆNES
til SINUS SAGITTALIS SUP, som løber
Hovedspørgsmål: Hjernens kar, hinder og venøse sinus.

Videre i stort venekompleks

S. 260 I

263

v. jugularis interna

S. 43 B

Protuberantia occipitalis interna



Le Gjerum.

Lillehjerneteltet, tentorium cerebelli¹, skyder sig ind mellem storhjernen og lillehjernen; det er trukket opad i midtlinjen, hvor falx cerebri hæfter sig til dets overside. Bagtil hæfter det i midtlinjen til protuberantia occipitalis interna, til siderne herfor hæftet det langs furerne for sinus transversus og den øverste kant af pars petrosa ossis temporalis. Den rostrale, frie kant er dybt konkav og danner den bageste begrænsning for den runde åbning, incisura tentorii, der forbinder den infratentorielt beliggende fossa cranii posterior med den større, supratentorielle del af kraniehulen. Fortil begrænses denne åbning af dorsum sellae. I åbningen ligger den øverste del af mesencephalon.

Ud for den forreste del af pars petrosa krydser den frie og den tilhæftede kant af tentorium hinanden, inden de tager tilhæftning til henholdsvis processus clinoides anterior et posterior. I denne "tentoriumvinkel" træder n. oculomotorius ind i den bageste del af sinus cavernosus.

Lillehjerneseglet, falx cerebelli³, er smalt og mediant stillet; det skyder sig bagfra lidt ind mellem lillehjernehemisfærene. Det er hæftet til crista occipitalis interna og undersiden af tentorium.

Diaphragma sellae danner et låg over fossa hypophysialis; midt i låget findes en lille åbning, hvorigennem hypofysestilken passerer.

•Spatium subdurale: Snævert spalterum, hvori man normalt kun finder en væskefilm.

Arachnoidea mater encephali⁵: Ganske tynd hinde, som ligger løst omkring hjernen. Den har en udvendig glat flade, der ligger tæt op mod dura. Fra den indvendige flade strækker der sig mange fine trabekler, der giver hinden et spindelvævsagtigt udseende. Disse trabekler krydser spatium subarachnoideum, og hæfter sig i pia mater encephali. De større kar på hjerneoverfladen forløber i disse trabekler.

Mange steder langs de store blodsinus og deres lakuner invaginerer arachnoidea det indre blad af dura som små totter, der prominerer ind i blodstrømmen. De kaldes granulationes arachnoideae. De har betydning for absorptionen af cerebrospinalvæsken til blodet. Absorptionen foregår hovedsageligt gennem granulationer langs sinus sagittalis superior. Man ser ofte aftryk af dem (foveolae granulares) på den indvendige side af theca cranii lateralt for sulcus sinus sagittalis superioris.

•Spatium subarachnoideum: Indeholder cerebrospinalvæsken, som dannes i hjernens indre. Det er bredest ud for hjernestammen og cerebellum, hvor der dannes cisterner. Subarachnoidalrummet over storhjernehemisfærene øges i bredden med alderen pga. atrofi af hjernen.

¹ Se side 98 i Netter.

⁵ Se side 94 og 96 i Netter.

Den største af cisternerne, cisterna cerebellomedullaris, ligger imellem undersiden af cerebellum og bagsiden af medulla oblongata⁶.

På forsiden af pons findes cisterna pontis, der rostralt går over i cisterna interpeduncularis og cisterna chiasmatica.

Pia mater encephali: Ligger overalt tæt ind til hjernevævet, og beklæder hjernen som en karførende hinde, der sender duplikaturer ind i alle sulci mellem hjernevindingerne.

s. 280 I

Aa. meningeae⁷: Karrene i spatium epidurale tjener først og fremmest til ernæring af knoglevævet i theca cranii, mens selve dura ikke noget større behov for blodforsyning.

- A. meningea media: Afgår fra det første stykke af a. maxillaris og træder ind i kraniehulen gennem foramen spinosum. I fossa cranii media løber den fremad og lateralt i gulvet af fossa cranii media for i reglen i niveau med midten af overkanten af arcus zygomaticus at dele sig i to større grene, en forreste og en bageste.

- Den forreste gren (r. frontalis): Løber op og frem til pterion og herfra op mod vertex cranii ud for motorisk hjernebark i gyrus precentralis.

- Den bageste gren (r. parietalis): Løber mere bagud. Foruden knoglerne forsyner den størsteparten af den supratentorielle del af dura, og den anastomoserer gennem fissura orbitalis superior med a. lacrimalis, således at den i en del tilfælde overtager mindre eller større dele af a. ophthalmicas forsyningsområde.

En accessorisk gren fra a. meningea media eller direkte fra a. maxillaris passerer hyppigt op til dura gennem foramen ovale.

- A. meningea anterior: Løber i fossa cranii anterior og er en lille gren fra a. ethmoidalis anterior.

- A. meningea posterior: Løber i fossa cranii posterior og er en lille gren fra a. pharyngea ascendens.
løber til hjernen gennem forarmen jugulare

Hjernens venøse sinus⁸:

Imellem de to durablade dannes kanaler, der tjener til afløb for veneblodet fra hjernen; kanalerne, sinus durae matris, er endothelbeklædte og uden klapper. Blodet fra sinus tømmes i v. jugularis interna, der er den store afløbsvej for blodet fra hjernen.

- Sinus sagittalis superior: Ligger langs den tilhæftede rand af falx cerebri; den begynder fortil ved crista galli og ender bagtil ved protuberantia occipitalis interna. Typisk løber størstedelen af blodet

⁶ Man kan her ved suboccipitalpunktur udtage cerebrospinalvæske.

⁷ Se side 95 i Netter. s. 258 I

⁸ Se side 94 og 96-98 i Netter. s. 260 I

fra sinus sagittalis superior videre i den højre sinus transversus, sjældnere danner den ved sammenløb med sinus rectus og de to sinus transversi en egentlig confluens sinuum foran protuberantia occipitalis interna. I hele sit forløb modtager den venerne, som drænerer hemisfærernes superficielle flade (vv. superiores cerebri, "brovener"). På begge sider af midtlinjen findes laterale ekspansioner, lakuner. Både i lakunerne og i selve sinus findes talrige granulationes arachnoideae, hvorigennem cerebrospinalvæsken resorberes.

- Sinus transversus⁹: Begynder ved protuberantia occipitalis interna. Den højre modtager i reglen det meste af blodet fra sinus sagittalis superior, den venstre fra sinus rectus. Den løber lateralt i den tilhæftede rand af tentorium cerebelli og bøjer derefter – i en dyb fure (sulcus sinus sigmoideus) på pars petrosa ossis temporalis – som sinus sigmoideus nedad til den bageste del af foramen jugulare, hvor den fortsætter i v. jugularis interna. Sinus transversus kommunikerer med vv. diploicae og via vv. emissariae med vener i skalpen.

- Sinus cavernosus¹⁰: Uregelmæssig kavitet gennemtrukket af trabekler. Den ligger på sidefladen af corpus ossis sphenoidalis, og strækker sig fra fissura orbitalis superior fortil til spidsen af pars petrosa ossis temporalis bagtil. Den modtager fortil tilløb af vv. ophthalmicae fra øjenhulen, mens den bagtil via sinus petrosus superior og inferior står i forbindelse med henholdsvis sinus sigmoideus og v. jugularis interna. Via foramen ovale forbindes sinus cavernosus med plexus pterygoidei. Medialt er der kommunikation via sella turcica og på bagsiden af clivus til den modsidige sinus. Selvom sinus cavernosus ligger dybt i kraniekaviteten, står den således i forbindelse med ekstrakranielle vener¹¹, fra ansigtet er der eksempelvis forbindelse mellem v. facialis og vv. ophthalmicae og herfra til sinus cavernosus.

Sinus cavernosus omslutter a. carotis interna, n. abducens, og plexus nervosus caroticus internus, mens følgende nerver ligger i lateralvæggen nævnt oppefra: N. oculomotorius, n. trochlearis, n. ophthalmicus og n. maxillaris.

otoman

- Sinus petrosus superior⁸: Begynder fortil ved den bageste ende af sinus cavernosus. Den strækker sig bagud langs overkanten af pars petrosa svarende til tilhæftningen af tentorium cerebelli og ender i sinus sigmoideus.

- Sinus petrosus inferior⁸: Afgår fra den bageste del af sinus cavernosus. Den passerer nedad og bagud i furen mellem pars petrosa og os occipitale og fortsætter forbi den forreste del af foramen jugulare. Den udmunder i v. jugularis interna der ligger bagtil i foramen jugulare. De to sinus

⁹ Se figur 4-8, side 56 i RTQH.

¹⁰ Se side 98 i Netter. S. 263

¹¹ Udgør potentiel spredningsveje for infektioner til sinus cavernosus.

petrosi inferiores står i forbindelse med hinanden gennem et plexus basilaris på clivus og modtager vv. labyrinthii fra det indre øre.

Omkring foramen magnum ligger vener, som anastomoserer med plexus venosi vertebrales interni i hvirvelkanalens spatium epidurale. Fortil strækker disse sig op på clivus, hvor de igennem plexus basilaris står i forbindelse med sinus petrosus inferior. Bagtil forbinder de sig med sinus occipitalis, der løber op i den tilhæftede kant af falx cerebelli til confluens sinuum.

Venerne i det vertebrale plexus har ikke klapper, og blodet i plexet kan følgelig løber i begge retninger. Trykforøgelse i thorax, abdomen og pelvis pga. hoste eller brug af bugpressen kan presse blod fra disse regioner via plexet til sinus durae matris.

- De fleste mindre arterier følges af en eller to tilsvarende vener, som slutteligt drænes til de store venøse sinus. Af disse vener er v. magna cerebri, som dræner det indre af cerebrum og undermunder i sinus rectus, særligt prominent.

Det venøse blod ledes så via de forskellige sinus til v. jugularis interna i foramen jugulare.

Hjernens arterier¹²:

S. 258 I
278

Aa. carotides internae og aa. vertebrales er de fire kilder til hjernens blodforsyning.

A. carotis interna: Afgår fra a. carotis communis på halsen og træder via canalis caroticus, beliggende i kraniets pars petrosa ossis temporalis, ind i fossa cranii media. Her løber arterien i et S-formet forløb (carotissiphonen) gennem sinus cavernosus indtil roden af processus clinoides anterior, hvorefter den deler sig i sine to hovedgrene, a. cerebri media og a. cerebri anterior.

Inden denne deling har a. carotis interna dog afgivet arterier til hypofysen, a. ophthalmica til øjenhulens indhold, a. communis posterior, som ~~undermunder~~ i a. cerebri posterior og a. choroidea anterior som forsyner forrest del af 3. ventrikels og lateralventriklernes plexus choroideus, hvorved det indgår i dannelsen af cerebrospinalvæsken.

• **A. cerebri media:** Løber fra afgangens af a. carotis interna lateralt frem mod sulcus lateralis cerebri, hvori den deler sig i adskillige store kargrene, som forsyner den laterale del af hjernens overflade.

Inden a. cerebri media når sulcus lateralis cerebri, har den dog afgivet adskillige mindre grene, som sammen med tilsvarende grene fra a. cerebri anterior perforerer hjernens ventrale overflade og trænger i dybden for at forsyne den forreste ventrale del af cerebrum, capsula interna og basalganglierne.

¹² Se side 130-135 i Netter og figur 3.5, side 47 i B.

• **A. cerebri anterior:** Den mindste af endegrenene fra a. carotis interna. Den løber fremad, medialt og opad i et buet forløb ud for corpus callosum i fissura longitudinalis cerebri. Den afgiver her grene som forsyner den mediale del af hemisfæren. Inden a. cerebri anterior træder ind i fissura longitudinalis cerebri afgiver den dog a. communicans anterior, som kommunikerer med den modsidige a. cerebri anterior. Herved dannes den forreste del af circulus arteriosus cerebri, som skaber mulighed for kollateral cirkulation mellem de to sider af carotisgebetet. A. cerebri anterior afgiver ligeledes i sit initiale stykke flere små grene, som trænger i dybden for sammen med grene fra a. cerebri media at forsyne dybereliggende strukturer i hjernens forreste del.

A. vertebralis: Den er ansvarlig for blodforsyningen til den bageste 1/3 af hjernen samt rygmarven. A. vertebralis afgår fra det første stykke af a. subclavia og løber herefter op i cervikalhvirvlernes foramina transversii. Arterien perforerer membrana atlantooccipitalis posterior mellem atlas og os occipitale og perforerer straks efter dura mater og arachnoidea for at trænge ind i kraniekaviteten via foramen magnum, hvor den smyger sig rundt om medulla oblongata for at mødes med den modsidige vertebralarterie. Herved dannes a. basilaris på forsiden af pons.

Forinden har den afgivet a. spinalis anterior og posterior til rygmarven og a. cerebelli inferior posterior til undersiden af cerebellum.

• **A. spinalis anterior:** Fusionerer med den modsidige a. spinalis anterior for som ét kar at løbe ned langs medulla spinalis fortil i midtlinjen. Karret forsyner de forreste 2/3 af rygmarven.

• **A. spinalis posterior:** Ligger svarende til rygmarvens bagside lige medialt for afgangens af spinalnervernes dorsale rødder. Arterien forsyner sammen med den modsidige a. spinalis posterior den bageste 1/3 af rygmarven.

• **A. inferior posterior cerebelli:** Afgår fra den øverste del af a. vertebralis og har herefter et uregelmæssigt lateralt forløb langs undersiden af cerebellum. Arterien forsyner den bageste ventrale del af cerebellum samt den laterale del af medulla oblongata.

A. basilaris: Fortsætter som en kort stamme frem på forfladen af pons i cisterna pontis og deler sig ved overkanten af pons i en højre og en venstre a. cerebri posterior. Forinden har den afgivet a. cerebelli superior til cerebellum. I sit forløb afgiver den rami ad pontem til pons, a. labyrinthi (afgår ofte fra a. cerebelli inferior anterior) til det indre øre og a. cerebelli inferior anterior til den anteroinferiore flade af cerebellum. Der er således i alt 3 parrede arterier til cerebellum, én til oversiden og to til undersiden.

•A. cerebri posterior: Løber lateralt rundt om den øverste del af hjernestammen for at forsyne den bageste 1/3 af cerebrum. Arterien kommunikerer via a. communicans posterior med a. carotis interna og afgiver endvidere talrige små endegrene, som perforerer den ventrale del af hjernen for at forsyne den bageste del af 3. ventrikels og lateralventriklernes plexus choroideus, diencephalon samt capsula interna.

Circulus arteriosus cerebri: Vigtig ringformet anastomose (kollaterale kargebet), som forbinder aa. carotides internae og aa. vertebrales. Den ligger tæt over sella turcica og omslutter chiasma opticum og de strukturer, der ligger i fossa interpeduncularis. Den er sammensat af et bageste vertebralissegment, dannet af det første stykke af de to aa. cerebri posteriores, og et forreste carotissegment, dannet af de to carotider med aa. cerebri anteriores; ringen afsluttes fortil af a. communicans anterior, der som en kort stamme forbinder de to aa. cerebri anteriores, og af a. communicans posterior, som fra a. carotis interna løber bagud til a. cerebri posterior.

Inden for arteriecirklen gælder bestemte trafikregler: Blod fra a. carotis og a. vertebralis går til hver deres hjerneafsnit, blod fra højre og venstre a. carotis interna går til henholdsvis højre og venstre hjernehemisfære, og også blodet fra a. vertebralis viser højre-venstresidig fordeling på grund af laminarstrømning i den uparrede a. basilaris. Arteriecirklen muliggør i visse tilfælde sufficient blodforsyning til hjernen, selvom et af hovedkarrene skulle blive okkluderet, men er ikke altid så effektiv, som man kunne ønske pga. anatomisk variation.

Klinik:

•Slagtilfælde (apoplexia cerebri): Man skelner her mellem lidelser betinget af blodpropper, som resulterer i manglende vævsperfusion og celledød (85 % af alle tilfælde) og lidelser, som skyldes blødning fra kar, der brister pga. forhøjet blodtryk eller karmisdannelser.

Da hjernens kar har tæt relation til hjernehinderne, kan man skelne mellem forskellige former for blødning, alt efter om blødningen foregår i selve hjernen, det epidurale, det subdurale eller det subaraknoidale rum.

- Epiduralhæmatom: Altid en følge af kraniebrud, hvor en frakturlinie har overrevet en gren af en a. meningeal, typisk a. meningeal media i området omkring pterion. Hæmatomet udvikler sig som en arteriel blødning, der under højt tryk dissekerer sig vej mellem dura og kranieknoglernes indside, ledsaget af symptomer på hurtig og livstruende intrakraniell trykstigning.

- Subduralhæmatom: Opstår efter et slag mod hjernekassen, navnlig i dens længderetning. Herved kan en eller flere af vv. superiores cerebri ("brovenerne") overrives ved deres indmunding i sinus sagittalis superior. Risikoen for en sådan overrivning er større når hjernevolumen er nedsat som følge af atrofi¹³, fordi den af slaget fremkaldte forskydning af hjernen i forhold til hjernekassen derved øges. Den ved overrivningen fremkaldte blødning i det subdurale rum udvikler sig langsomt pga. det lave venøse tryk, men kan opnå en betydelig udbredning over det meste af en hemisfære. Blødningen er i begyndelsen symptomfattig, men efter en latenstid på 8-10 dage opstår symptomer, som svarer til en langsom øgning af det intrakranielle tryk og hjernekompression. Trykstigningen kan muligvis forklares ved nedbrydning af blodets bestanddele til mindre molekyler. Den herved fremkaldte stigning i koncentrationen af osmotisk aktive molekyler trækker vand ind i hæmatomet, som svulmer op. Arachnoidea, der er beklædt med et usædvanligt tæt enlaget epithel, fungerer her som en osmotisk membran. Tilstanden er lumsk pga. latenstiden og symptomerne, som hos et ældre menneske kan forveksles med demens.

- Subarachnoidal hæmatom: Opstår næsten altid hyperakut ved bristning af en tyndvægget udposning (et aneurisme) på en af de store arterier omkring circulus arteriosus på hjernens underside, og symptomerne – voldsom hovedpine, kvalme, opkastning og bevidsthedssvækkelse – indtræder øjeblikkeligt. Blødningen, spreder sig hurtigt i hele subarachnoidalrummet, og der opstår i reglen tilsvarende hurtigt en udtalt nakkestivhed.

•Basilarisinsufficiens: Aa. vertebrales og a. basilaris hører blandt de arterier, der med alderen ofte bliver svært forandrede og forsnævrede af arteriosclerose. Dette kombineret med det stærkt slyngede forløb af aa. vertebrales medfører at blodstrømmen i a. basilaris hos en del gamle mennesker bliver utilstrækkelig, når hovedet bringes i en yderstilling. Hjernestammen får herved for lidt blod, og der opstår svimmelhed og ofte også påvirkninger af hørelsen.

•Bakteriel meningitis: Bakteriel infektion i hjernehinderne er en livsfarlig infektionssygdom, som initialt viser sig ved bl.a. hovedpine, feber og almen sløjhed samt nakkestivhed (pga. smerter ved træk på hjernehinderne). Betændelsesreaktionen i hjernehinderne kan medføre, at cerebrospinalvæskens cirkulation obstrueres, samt at kar og nerver i relation til hinderne ødelægges, hvilket kan resultere i død eller permanente neurologiske udfald.

På grund af cerebrospinalvæskens nære relationer til hjernehinderne vil en undersøgelse af denne væske ved mikroskopi ofte give en sikker verifikation af meningitis-diagnosen samt afsløre den sygdomsfremkaldende mikroorganisme. Cerebrospinalvæsken kan udtages ved en lumbalpunktur,

¹³ Hos ældre mennesker og alkoholikere.

hvor man indfører en kanyle i cisterna lumbalis. Forekomst af bakterier og betændelsesceller i denne væske vil dernæst kunne bekræfte diagnosen og vejlede den videre behandling.

- Hydrocephalus: Ventrikelsystemet kan rumme 150 ml cerebrospinalvæske. Der dannes imidlertid 500 ml i døgnet, hvorfor det er klart, at der kontinuerligt må foregå stor drænage af denne væske til det venøse system. Hvis den naturlige gennemstrømning af cerebrospinalvæsken hæmmes, vil væsken ophobe sig proksimalt for obstruktionsstedet. Denne tilstand betegnes hydrocephalus og er uholdbar i længden, da hjernen er indkapslet i et ueftergiveligt kranium, hvorfor hjernevævet efterhånden vil blive komprimeret og ødelagt.

Hos nyfødte er kraniesuturerne endnu ikke lukket. Deres hovedomfang vil derfor forøges abnormt såfremt de udvikler hydrocephalus.

Da hydrocephalus oftest skyldes hæmmet afløb af cerebrospinalvæske, kan sygdommen kureres ved indsættelse af et dræn fra lateralventriklen til peritoneum.

