

1. ANATOMI OTAK

Otak depan atau prosencephalon (supratentoria) terdiri telencephalon (Dua belahan otak dan struktur garis tengah yang menghubungkan) dan diencephalon. Otak tengah atau mesencephalon terletak di antara otak depan dan otak belakang. Melewati melalui cerebelli tentorium. Otak belakang atau rhombencephalon (infratentorial) terdiri dari pons, medula oblongata dan otak kecil. Di bagian pertengahan otak, pons dan medulla bersama-sama membuat batang otak Panjang medulla spinalis sekitar 45 cm di orang dewasa. Medulla spinalis meruncing pada ujung bawah, konus medularis, berakhir pada level vertebra L3, dan pada tingkat intervertebralis L1-2 diskus orang dewasa. Dengan demikian, pungsi lumbal harus selalu dilakukan pada atau di bawah L3-4. Konus medullaris berakhir dengan terminale filum benang, terutama terdiri dari glial dan jaringan ikat, yang, pada gilirannya, berjalan melalui kantung lumbar di tengah-tengah dorsal dan ventral akar tulang belakang saraf, secara kolektif disebut cauda equina ("Ekor kuda"), dan kemudian menempel pada dorsal permukaan tulang ekor. Leher, toraks, lumbal, dan sakral bagian dari medulla spinalis didefinisikan menurut divisi segmental dari kolom tulang belakang dan saraf tulang belakang.

SISTEM SARAF TEPI

Sistem saraf perifer menghubungkan sistem saraf pusat dengan sisa tubuh. Semua motorik, saraf sensorik dan otonom sel dan serat luar CNS umumnya dianggap sebagai bagian dari sistem saraf tepi. Secara khusus sistem saraf tepi terdiri dari bagian ventral akar saraf (motorik), dorsal akar saraf (Sensorik), ganglia spinal, dan serta sebagian besar dari otonom sistem saraf (trunk simpatik). Dua nervus yang termasuk dalam susunan saraf pusat yaitu, Nervus olfaktorius dan optikus. Susunan Saraf Tepi terdiri dari variabel yang berisi fraksi motorik, sensorik, dan otonom serabut saraf (akson). Sebuah saraf perifer dibuat dari beberapa kumpulan akson, disebut fasikula, yang masing-masing ditutupi oleh selubung jaringan ikat (perineurium). Jaringan ikat terletak di antara akson dalam selubung tersebut disebut endoneurium, dan antara fasikula disebut epineurium. Fasikula berisi myelin dan akson unmyelinated, endoneurium, dan kapiler. akson individu dikelilingi oleh Sel-sel yang mendukung disebut sel Schwann. Sel Schwann tunggal mengelilingi beberapa akson dari tipe unmyelinated. Membran di sekitar akson menghasilkan selubung myelin yang menutupi akson myelinated. Jarak kecil akson myelinated antara satu dengan yang lain disebut simpul Ranvier.

Sistem saraf meningkatkan kecepatan konduksi dengan ketebalan selubung myelin. Khusus zona kontak antara serat saraf motorik dan otot disebut neuromuscular yang merupakan persimpangan atau piring akhir motor. impuls yang timbul dalam reseptor sensorik dari kulit, fasia, otot, sendi, organ, dan bagian lain tubuh perjalanan terpusat melalui indera (Aferen) serabut saraf. serat ini memiliki badan sel dalam ganglia akar dorsal (pseudounipolar sel) dan mencapai sumsum tulang belakang yang berasal dari akar dorsal. Sistem saraf otonom mengatur fungsi dari organ-organ internal dalam menanggapi lingkungan internal dan eksternal yang berubah.

TENGGORAK

Tengkorak (kranium) menentukan bentuk kepala, mudah diraba melalui lapisan tipis otot dan jaringan ikat yang menutupi. neurocranium yang membungkus otak, labirin, dan telinga tengah. Lapisan luar dan dalam tengkorak dihubungkan oleh kanselus ruang tulang dan sumsum (diploe). Atap tulang tengkorak (calvaria) dari remaja dan orang dewasa yang kaku dihubungkan dengan jahitan dan tulang rawan (synchondroses). Sutura koronal meluas di ketiga frontal dari atap tengkorak. Sutura sagitalis terletak di garis tengah, memperluas mundur dari jahitan koronal dan bifurcating atas tengkuk untuk membentuk jahitan lambdoid. Daerah persimpangan frontal, parietal, temporal, dan tulang sphenoid disebut pterion tersebut; bawah pterion terletak bifurkasi dari tengah arteri meningeal. Dasar tengkorak bagian dalam membentuk lantai rongga tengkorak, yang terbagi menjadi anterior, tengah, dan fosa kranial posterior. Fossa anterior menyampaikan traktus penciuman dan permukaan basal dari lobus frontal; fossa tengah, permukaan basal dari lobus temporal, hipotalamus, dan kelenjar hipofisis; posterior fossa, otak kecil, pons, dan medulla. Bagian anterior dan fossa tengah diberi batas dari satu sama lain lateral oleh tepi posterior dari sayap (lebih rendah) dari tulang sphenoid, dan medial oleh sphenoidale jugum. Tengah dan posterior fossa diberi batas dari satu sama lain lateral oleh tepi atas dari piramida petrosa, dan medial oleh sellae dorsum.

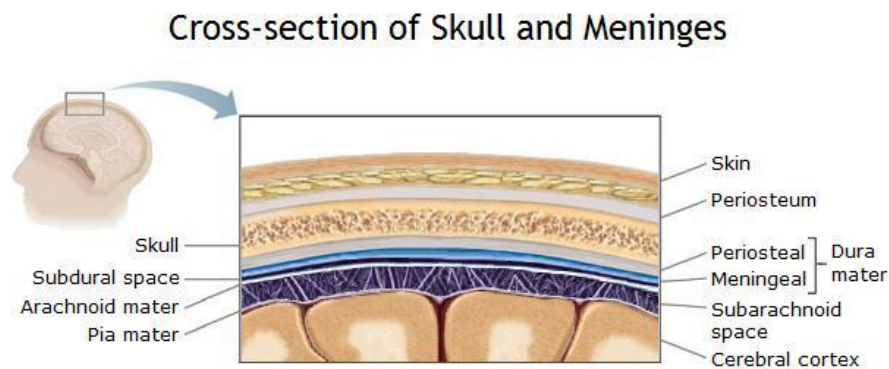
SCALP

Lapisan kulit kepala adalah kulit (termasuk epidermis, dermis, dan rambut), jaringan ikat subkutikular, yang fasia galea aponeurotica, jaringan ikat subaponeurotic longgar, dan periosteum tengkorak (tengkorak). Rambut kulit kepala tumbuh sekitar 1 cm per bulan. Hubungan antara galea dan tengkorak adalah ponsel kecuali di tepi atas dari orbit, lengkungan zygomatic, dan oksipital tonjolan eksternal. luka kulit kepala yang dangkal untuk galea yang

tidak menyebabkan hematoma besar, dan ujung-ujungnya kulit biasanya tetap didekati. Luka yang melibatkan galea mungkin gape; scalping cedera adalah mereka yang galea robek jauh dari periosteum. perdarahan subgaleal tersebar di permukaan tengkorak.

MENINGEN

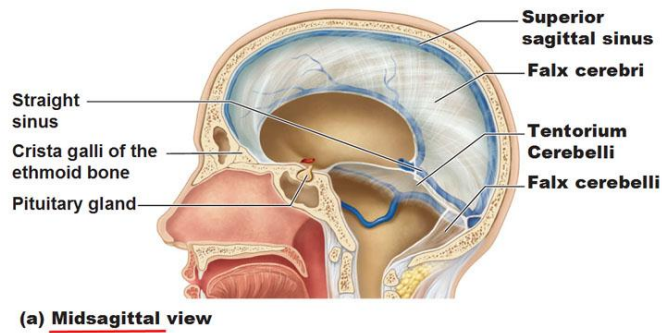
Meningea adalah suatu selaput jaringan ikat yang membungkus encephalon dan medulla spinalis. Terdiri dari duramater, arachnoid dan piamater, yang letaknya berurutan dari superficial ke profunda. Perikranium yang masih merupakan bagian dari lapisan dalam tengkorak dan duramater bersama-sama disebut juga pachymeningens. Sementara piamater dan arachnoidmater disebut juga leptomeningens¹.



Gambar 1. Lapisan Meningen

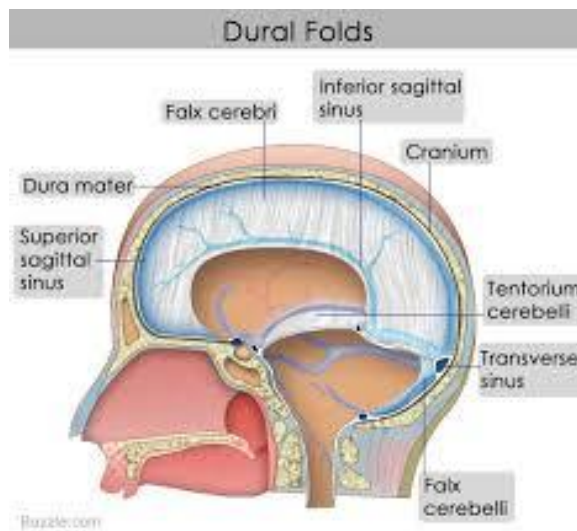
Duramater terdiri dari jaringan fibrous yang kuat, berwarna putih, terdiri dari lamina meningealis dan lamina endostealis. Pada medulla spinalis lamina endostealis melekat erat pada dinding kanalis vertebralis, menjadi endosteum (periosteum), sehingga diantara lamina meningealis dan lamina endostealis terdapat rongga ekstraduralis (spatium epiduralis) yang berisi jaringan ikat longgar, lemak dan pleksus venosus. Pada lapisan perikranium banyak terdapat arteri meningeal, yang mensuplai duramater dan sumsum tulang pada kubah tengkorak. Pada encephalon lamina endostealis melekat erat pada permukaan interior cranium, terutama pada sutura, basis krania dan tepi foramen occipital magnum. Lamina meningealis memiliki permukaan yang licin dan dilapisi oleh suatu lapisan sel, dan membentuk empat buah septa yaitu falx cerebri, tentorium cerebeli, falx cerebeli dan diafragma sellae¹.

The Dura Mater and Dural Sinuses



Gambar 2. Kavitas Kranium

Falx cerebri memisahkan kedua belahan otak besar dan dibatasi oleh sinus sagital inferior dan superior. Pada bagian depan falx cerebri terhubung dengan Krista galli, dan bercabang dibelakang membentuk tentorium cerebelli. Tentorium cerebelli membagi rongga cranium menjadi ruang supratentorial dan infratentorial. Falx cerebelli yang berukuran lebih kecil memisahkan kedua belahan otak kecil. Falx cerebelli menutupi sinus occipital dan pada bagian belakang terhubung dengan tulang oksipital¹.



Gambar 3. Lapisan Lamina Meningealis

Duramater dipersarafi oleh nervus trigeminus dan nervus vagus. Nervus trigeminus mempersarafi daerah atap cranial, fossa cranium anterior dan tengah. Sementara nervus vagus

mempersarafifosa posterior. Nyeri dapat dirasakan jika ada rangsangan langsung terhadap duramater, sementara jaringan otak sendiri tidak sensitif terhadap rangsangan nyeri. Beberapa nervus cranial dan pembuluh darah yang mensuplai otak berjalan melintasi duramater dan berada di atasnya sehingga disebut juga segmen extradural intracranial. Sehingga beberapa nervus dan pembuluh darah tersebut dapat dijangkau saat operasi tanpa harus membuka duramater².

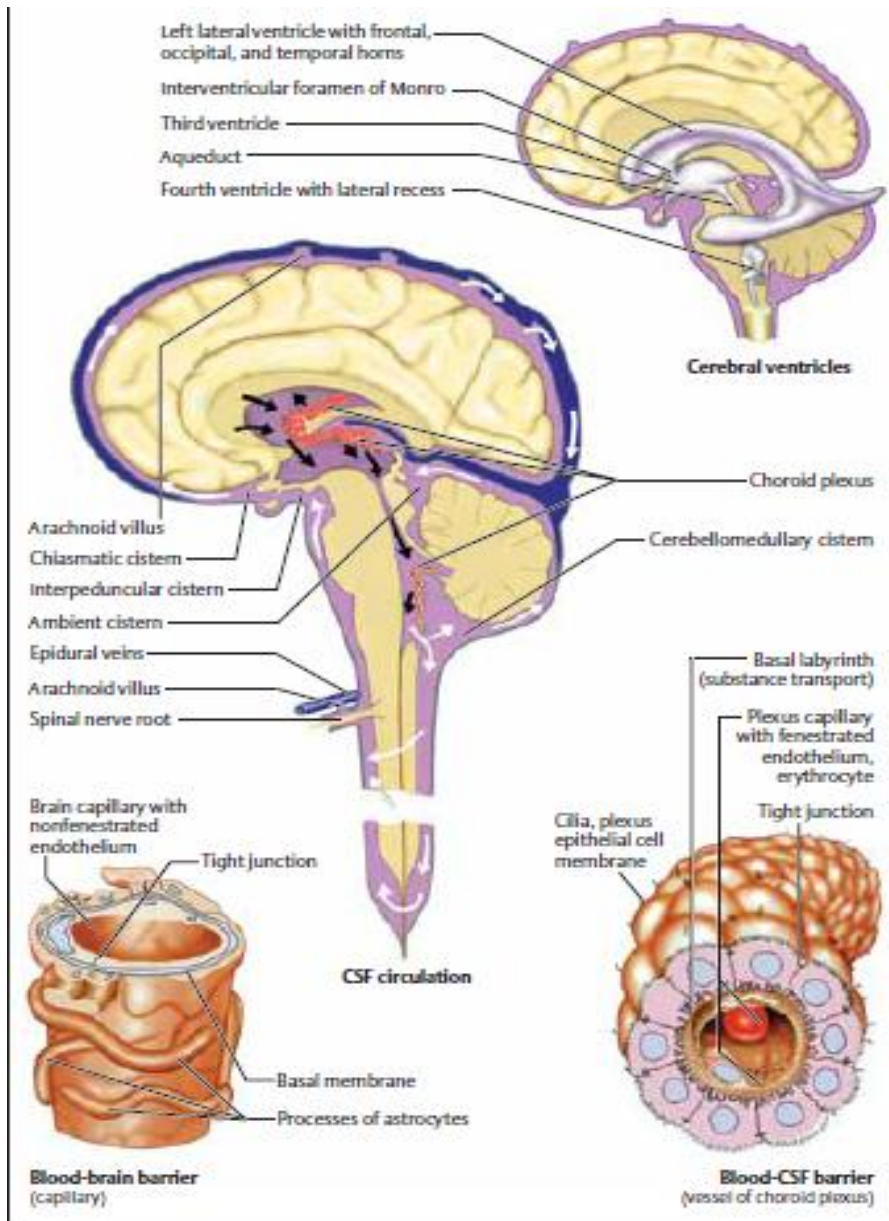
Dibawah lapisan duramater, terdapat arachnoidmater. Ruang yang terbentuk diantara keduanya, disebut juga spatium subdural, berisi pembuluh darah kapiler, vena penghubung dan cairan limfe. Jika terjadi cedera, dapat terjadi perdarahan subdural. Arachnoidmater yang membungkus basis cerebri berbentuk tebal sedangkan yang membungkus facies cerebri tipis dan transparan. Arachnoidmater membentuk tonjolan-tonjolan kecil yang disebut granulation arachnidea, masuk kedalam sinus venosus, terutama sinus sagitalis superior. Lapisan disebelah profunda, meluas ke dalam gyrus cerebri dan diantara folia cerebri. Membentuk tela choroidea venticuli. Dibentuk oleh serabut-serabut reticularis dan elastis, ditutupi oleh pembuluh-pembuluh darah cerebral².

Di bawah lapisan arachnoidmater terdapat piamater. Ruang yang terbentuk diantara keduanya, disebut juga spatium subarachnoid, berisi cairan cerebrospinal dan bentangan serat trabekular (trabekula arachnoidea). Piamater menempel erat pada permukaan otak dan mengikuti bentuk setiap sulkus dan gyrus otak. Pembuluh darah otak memasuki otak dengan menembus lapisan piamater. Kecuali pembuluh kapiler, semua pembuluh darah yang memasuki otak dilapisi oleh selubung pial dan selanjutnya membran glial yang memisahkan mereka dari neuropil. Ruang perivaskuler yang dilapisi oleh membran ini berisi cairan cerebrospinal. Plexus koroid dari ventrikel cerebri yang menskrise cairan cerebrospinal, dibentuk oleh lipatan pembuluh darah pial (tela choroidea) yang diselubungi oleh selapis epitel ventrikel (ependyma). Piamater terdiri dari lapisan sel mesodermal tipis seperti endotelium. Berlawanan dengan arachnoid, membrane ini menutupi semua permukaan otak dan medula spinalis².

Cairan cerebrospinal (CSF) sebuah ultrafiltrate jelas dan tidak berwarna plasma darah, terutama diproduksi di plexus koroid dari ventrikel otak dan di kapiler otak. Biasanya tidak mengandung sel-sel darah merah dan paling banyak 4 sel darah putih / ml. Fungsinya adalah baik fisik (kompensasi untuk perubahan volume, buffering dan pemerataan tekanan intrakranial meskipun variasi tekanan arteri dan vena) and metabolic (transportasi nutrisi dan hormon

ke otak, dan produk-produk limbah dari itu). Total volume CSF pada orang dewasa adalah ca. 150ml, yang ca. 30 ml di ruang subarachnoid tulang belakang. Beberapa 500ml cairan serebrospinal diproduksi per hari, sesuai dengan aliran ca. 20 ml / jam. Denyut normal CSF mencerminkan denyut otak akibat perubahan vena serebral dan volume arteri, respirasi, dan headmovements. Manuver Valsava meningkatkan tekanan CSF.

CSF dibentuk dalam pleksus koroid mengalir melalui sistem ventrikel dan melalui foramen Magendie dan Luschka ke sisterna basalis. Kemudian beredar lanjut ke dalam ruang subarachnoid tulang belakang, atas permukaan otak kecil dan otak, akhirnya mencapai situs penyerapan CSF. Hal ini terutama diserap melalui vili arachnoid (granulasi arachnoid, sel-sel pacchionian), yang paling melimpah di sepanjang sinus sagital superior tetapi juga ditemukan pada tingkat tulang belakang. Saluran CSF melalui vili arachnoid dalam satu arah, dari ruang subarachnoid ke kompartemen vena, dengan mekanisme katup. Ini disebut bulkaliran tampaknya dicapai dengan bantuan osmosis vakuola cytotik yang mengangkut CSF, dan semua zat terlarut di dalamnya, di sendok seperti fashion. Pada saat yang sama, CSF berdifusi ke dalam jaringan otak yang berdekatan dengan ruang CSF dan diserap oleh kapiler. Barrier tidak harus dipahami sebagai tak tertembus; dalam kondisi normal, semua protein plasma masuk ke dalam CSF. Semakin besar molekul protein, namun, lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai CSF, dan curam gradien konsentrasi plasma / CSF. Penghalang jangka darah-otak (BBB) adalah istilah kolektif untuk semua hambatan yang terletak di antara plasma dan neuropil, salah satunya adalah darah-CSF barrier (BCB). proses penyakit sering mengubah permeabilitas BBB, tapi sangat jarang yang dari BCB tersebut. Morfologis, BCB yang dibentuk oleh epitel koroid, sedangkan BBB dibentuk oleh persimpangan ketat (zonula occludens) dari kapiler sel endotel. Sampai setengah dari semua kapiler otak memiliki struktur tubular, yaitu, mereka tidak memiliki celah yang menghubungkan. Fisiologis, sistem hambatan memungkinkan pengaturan osmolaritas jaringan otak dan CSF dan, dengan demikian, tekanan intrakranial dan volume. Biokimia, BCB adalah permeabel terhadap zat-zat terlarut (e. G., Protein plasma) tetapi tidak untuk liposoluble zat seperti anestesi, obat-obatan psikoaktif, dan analgesik. BBB, di sisi lain, umumnya permeabel terhadap zat liposoluble (berat molekul kurang dari 500 dalton) tetapi tidak untuk zat yang larut dalam air.



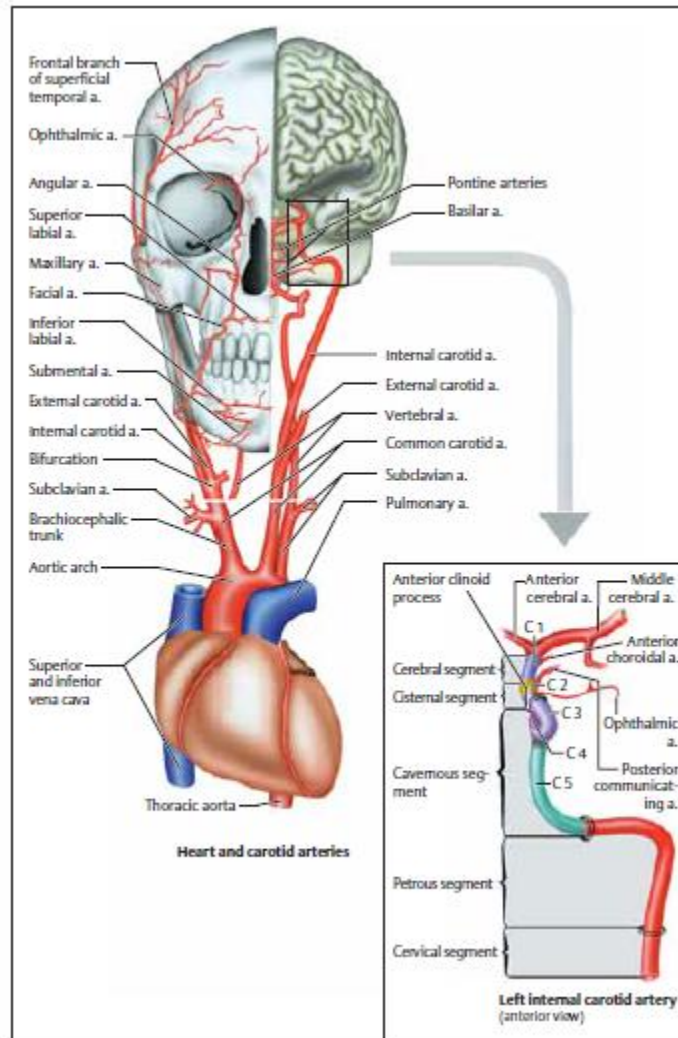
SISTEM KAROTIS EKSTRAKRANIAL

Darah dipompa dari ventrikel kiri jantung untuk arkus aorta dan kemudian ke arteri karotid dan sirkulasi anterior dari otak (karotid internal, tengah otak, dan arteri serebral anterior), dan arteri subklavia dan sirkulasi posterior otak (vertebral, basilar, dan posterior arteri serebral). Sirkulasi anterior memasok mata, basal ganglia, bagian dari hipotalamus, yang frontal dan parietal lobes, dan sebagian besar dari lobus temporal, sedangkan sirkulasi posterior mensuplai batang otak,

otak kecil, telinga bagian dalam, lobus oksipital, thalamus, bagian dari hipotalamus, dan sebagian kecil dari temporal lobus. darah vena dari vena dangkal dan dalam otak melalui sinus vena dural ke vena jugularis internal dan dari situ ke vena kava superior dan atrium kanan. Bagian ekstrakranial dan intrakranial dari suplai darah otak serta yang dari sumsum tulang belakang.

ARTERI KAROTIS INTERNA

Internal carotid arteri (ICA) melewati dasar tengkorak di kanal karotis, yang terletak di dalam bagian petrosa dari tulang temporal. Ini berjalan ke atas sekitar 1 cm, kemudian berubah anteromedially dan program menuju puncak petrosa, di mana ia muncul dari tulang temporal untuk memasuki sinus kavernosa. Dalam sinus, ICA berjalan sepanjang permukaan lateral tubuh tulang sphenoid (C5 segmen ICA), kemudian berubah anterior dan melewati lateral sela tursika sepanjang dinding lateral tulang sphenoid (segmen C4). Kemudian membungkuk tajam kembali pada dirinya sendiri di bawah akar dari proses clinoid anterior, sehingga poin posterior (segmen C3, karotis tikungan). Setelah muncul dari sinus gua, itu menembus medial dura mater untuk proses clinoid anterior dan lewat di bawah saraf optik (segmen cisternal, segmen C2). Kemudian naik dalam ruang subarachnoid (segmen C1) sampai mencapai ofWillis lingkaran, situs bifurkasi terminal. Segmen C3, C4, dan C5 dari ICA merupakan perusahaan segmen infraclinoid, segmen C1 dan C2 segmen supraclinoid nya. Segmen C2, C3, dan C4 bersama-sama membentuk siphon karotis. Arteri ophthalmic muncul dari tikungan karotis dan berjalan di kanal optik rendah ke saraf optik. Salah satu cabang mata nya, arteri retina sentral, melewati bersama-sama dengan saraf optik ke retina, di mana dapat dilihat oleh oftalmoskopi. Medial untuk proses clinoid, posterior berkomunikasi arteri muncul dari dinding posterior arteri karotid internal, melewati posterior di dekat dengan saraf oculomotor, dan kemudian bergabung dengan posterior arteri serebral. Arteri koroid anterior biasanya timbul dari ICA dan jarang dari arteri serebri. Melintasi bawah saluran optik, melewati lateral ke cerebri crus dan lateral tubuh geniculate, dan memasuki tanduk inferior ventrikel lateral, di mana ia bergabung dengan choroidea tela



Sisten Sirkulasi Otak Anterior

Anterior Cerebral Artery (ACA)

ACA adalah lebih medial dari dua arteri yang timbul dari bifurkasi ICA. Ini naik lateral proses clinoid anterior dan melewati saraf optik dan optik Chiasm, memberi dari cabang kecil, anterior berkomunikasi arteri (AComMA), yang melintasi garis tengah untuk bergabung dengan kontralateral ACA. Segmen ACA proksimal asal AComMA adalah segmen precommunicating nya (segmen A1). Segmen A1 di kedua sisi dan AComMA bersama-sama membentuk anterior setengah dari lingkaran Willis. Segmen A1 memberikan off rata-rata delapan basal perforasi arteri yang masuk ke otak melalui substansi berlubang anterior. Arteri berulang Heubner muncul dari ACA dekat asal AComMA, baik dari bagian distal dari A1 atau dari bagian proksimal dari

A2. The postcommunicating segment ACA (segment A2 until A5) runs between the frontal lobe and runs towards the occiput in the interhemispheric fissure, along the corpus callosum and below the free margin of the falx cerebri, as the pericallosal artery. Segment A2, which usually gives off the anterior polar artery, ends where the artery continues to become apposed to the genu of the corpus callosum; segment A3 is the frontal branch of the ACA along the genu of the corpus callosum. A4 and A5 segments run horizontally above the surface of the corpus callosum and give off the supracallosal branches that run in the posterior direction. Distribution. Basal perforating arteries that arise from A1 enter the ventral hypothalamus and part of the pituitary stalk. The Heubner artery enters the head of the caudate nucleus, the four rostral and five medial parts of the putamen, the globus pallidus, and the internal capsule. Blood supply from the inferior genu of the corpus callosum, and from the olfactory sulcus, trigonum, and olfactory groove, is variable. ACA gives off the anterior medial branch to the hypothalamus. Branches from the postcommunicating segment of the ACA supply the inferior surface of the frontal lobe (frontobasilar artery), medial and lateral surfaces of the frontal lobe (callosomarginal artery), the paracentral lobule (paracentral artery), medial and lateral surfaces of the parietal lobe (precuneal artery), and the cortex of the parieto-occipital sulcus (parieto-occipital artery).

Middle Cerebral Artery (MCA)

MCA is more lateral than the other two arteries that arise from the bifurcation of the ICA. The first segment (M1, sphenoidal segment) follows the anterior clinoid process for a distance of 1 to 2 cm. MCA then turns laterally to enter the Sylvian fissure (i.e., Sylvian fissure), where it lies on the surface of the insula and gives off branches for it (M2, insular segment). It then turns back to follow the lateral surface of the operculum (M3, opercular segment) and finally enters the Sylvian fissure to reach the lateral convexity of the brain (M4 and M5, terminal segment). Distribution. Small branches from M1 (thalamostriate and lenticulostriate arteries) enter the basal ganglia, the claustrum, and the internal, external, and extreme capsule. M2 and M3 branches enter the insula (insular artery), the lateral orbital and inferior frontal gyri (frontobasilar artery), and the temporal operculum, including the Heschl gyrus (temporal artery). M4 and M5 branches enter part of the lateral convexity of the brain, including parts of the frontal lobe (arteries from the precentral sulcus and the trigonum),

lobus parietal (anterior dan arteri parietal posterior), dan lobus temporal (arteri dari sulci pusat dan postsentralis). Secara khusus, area kortikal penting yang disediakan oleh M4 dan M5 cabang termasuk motor primer dan daerah sensorik (precentral dan postsentralis gyri) dan daerah bahasa Broca dan Wernicke.

Sistem Vetebro-Basiler

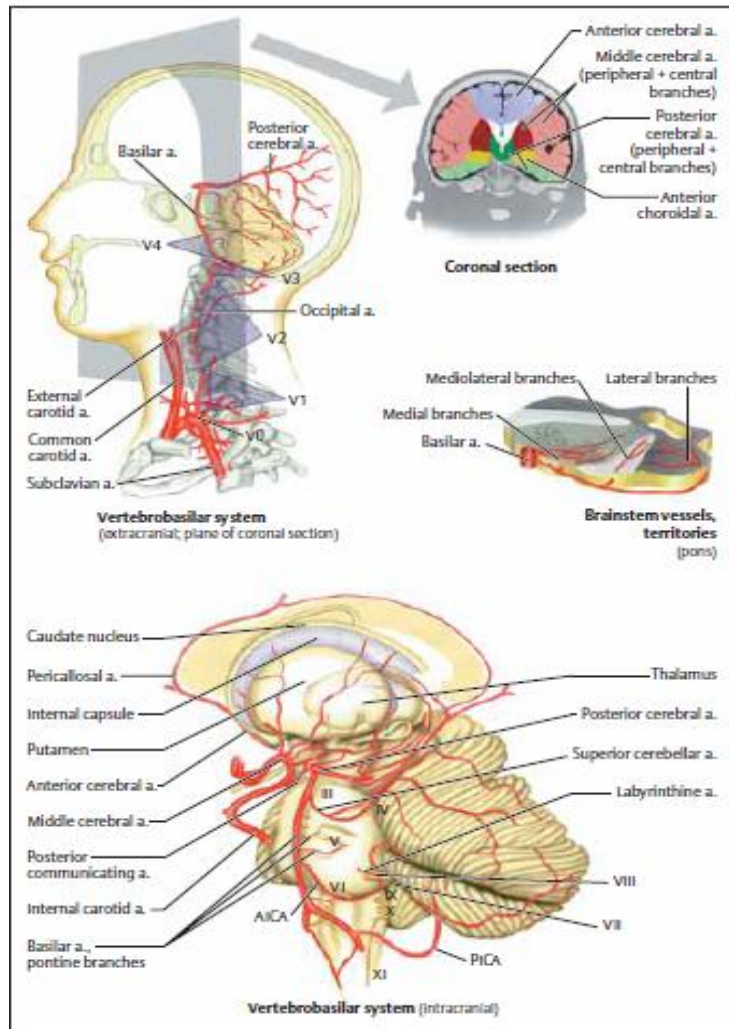
arteri vertebralis muncul dari lengkungan arteri subklavia pada titik yang ditunjuk V0. The prevertebral atau V1 segmen memanjang dari V0 ke foramen transversarium dari proses melintang C6. The transversarial atau V2 segmen melewati vertikal melalui transversaria foramen dari C6 melalui C2, disertai dengan pleksus vena dan saraf simpatis yang berasal dari ganglia serviks. Memberikan off cabang saraf serviks, vertebra dan intervertebralis sendi, otot leher, dan sumsum tulang belakang serviks. Seringkali, cabang terkemuka di tingkat C5 beranastomosis dengan arteri spinalis anterior. Segmen V3, juga disebut atlas (C1) loop, berjalan lateral dan kemudian secara vertikal ke transversarium foramen dari C1, yang melewati, angin medial sepanjang massa lateral C1, menembus posterior membran atlanto-oksipital belakang atlanto- yang oksipital bersama, dan kemudian memasuki dura mater dan membran arachnoid pada tingkat foramen magnum. Dua arteri vertebralis tidak sama dalam ukuran di sekitar 75% dari orang, dan salah satunya adalah sangat sempit (hipoplasia) di sekitar 10%, biasanya di sisi kanan. Segmen V4 dari arteri vertebralis terletak sepenuhnya dalam ruang subarachnoid. Ini berakhir di persimpangan dua arteri vertebralis untuk membentuk arteri basilar, pada tingkat batas bawah pons. Proksimal ke persimpangan, setiap arteri vertebralis memberikan off cabang amediobasal; dua cabang ini berjalan untuk ca. 2 cm dan kemudian bersatu di garis tengah untuk membentuk arteri spinalis anterior tunggal, yang turun di sepanjang permukaan anterior medula dan sumsum tulang belakang. Posterior rendah cerebellar arteri (Pica), yang berasal dari segmen V4 pada tingkat sangat bervariasi, kurva sekitar zaitun rendah dan meluas dorsal melalui akar filamen dari saraf aksesori. Kemudian naik di belakang serat dari hypoglossus dan saraf vagus, membentuk lingkaran di dinding posterior ventrikel keempat, dan memberikan off cabang terminal ke permukaan inferior belahan bumi cerebellar, amandel, dan vermis. Ini memberikan sebagian besar suplai darah ke medula dorsolateral dan permukaan posteroinferior dari otak kecil. Arteri spinalis posterior (ada satu di setiap sisi) muncul baik dari arteri vertebralis atau PICA. Arteri basilar berjalan di tangki prepontine di sepanjang pons dan kemudian bercabang

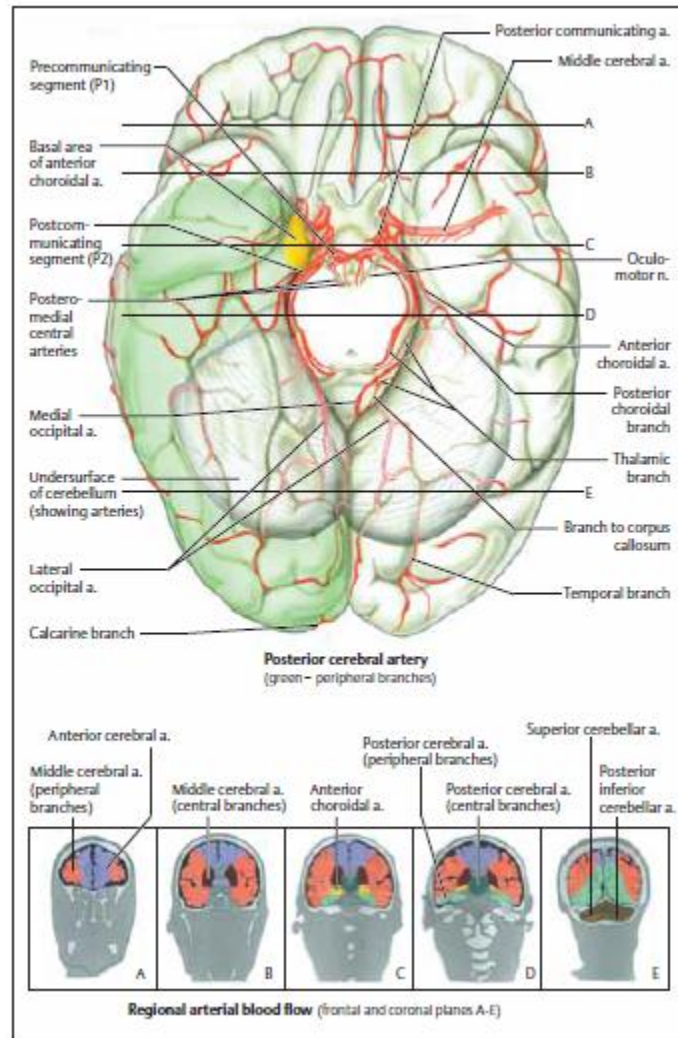
untuk membentuk arteri serebral posterior. Bagian bawahnya adalah terkait erat dengan abducens saraf, porsi unggul pada saraf okulomotor. paramedian nya, pendek melingkar, dan panjang cabang melingkar memasok pons dan serebelum superior dan menengah peduncles. Inferior anterior cerebellar arteri (AICA) muncul dari sepertiga bagian bawah arteri basilar. Ini berjalan lateral dan caudally menuju sudut cerebellopontine, melewati dekat meatus akustik internal dan mencapai flocculus, di mana ia memberikan off cabang terminal yang memasok bagian anteroinferior dari korteks serebelar dan bagian dari inti cerebellar. The AICA terletak basal ke saraf abducens dan ventromedial pada saraf wajah dan pendengaran dalam sumur cerebellopontine. Ini sering menimbulkan cabang labirin yang memasuki meatus akustik internal. Arteri cerebellar superior (SCA) dari kedua belah pihak berasal dari batang basilar tepat di bawah bifurkasi nya. Setiap SCA perjalanan melalui Tadah dorsal perimesencephalic untuk oculomotor yang saraf, kurva sekitar pangkal ekor otak dan medial pada saraf trochlear, dan kemudian memasuki Tadah ambient, di mana memberikan off cabang terminal. SCA memasok pons atas, bagian dari pertengahan otak, permukaan atas belahanserebelum, bagian atas vermis, dan inti cerebellar.

Posterior Cerebral Artery (PCA)

Segmen precommunicating dari PCA (P1) memanjang dari bifurkasi basilar ke asal posterior berkomunikasi arteri (PCommA). Tentu saja yang ada di dalam tangki interpeduncular, yang dibatasi oleh clivus dan dua peduncles otak. The saraf okulomotor, setelah kemunculannya dari batang otak, membentang antara PCA dan arteri cerebellar superior. postcommunicating yang segmen (P2) kurva lateral dan mundur sekitar cerebri crus dan mencapai permukaan posterior otak tengah pada tingkat intercollicular. The precommunicating dan postcommunicating segmen bersama-sama disebut sebagai pars circularis dari PCA. (Atau, pars circularis dapat dibagi menjadi tiga interpeduncular segments-, ambient, dan quadrigeminal- dinamai sumur-sumur mereka melintasi.) Distal ke pars circularis dari PCA adalah pars terminalis, yang membagi atas tentorium dan ekor ke badan lateral geniculate untuk membentuk cabang terminal, medial dan lateral arteri oksipital. Pars circularis. Segmen precommunicating mengeluarkan cabang-baik saja (posteromedial pusat arteri) yang menembus substansi berlubang interpeduncular untuk memasok anterior thalamus, dinding ventrikel ketiga, dan globus pallidus. Segmen postcommunicating mengeluarkan cabang-baik saja (arteri sentral posterolateral) ke

peduncles otak, bagian posterior dari thalamus, colliculi dari pertengahan otak, tubuh geniculate medial, dan tubuh pineal. cabang lanjut memasok bagian posterior dari thalamus (cabang thalamic), pedunculus serebral (cabang peduncular), dan badan geniculate lateral dan pleksus koroid dari ketiga dan lateral ventrikel (cabang koroidal posterior). Pars terminalis. Dari dua cabang terminal dari bagian terminal ini dari PCA, oksipital arteri lateral (bersama-sama dengan cabang temporal) memasok uncus itu, hippocampal yang gyrus, dan permukaan bawah lobus oksipital. Arteri oksipital medial lewat di bawah splenium dari corpus callosum, memberikan off cabang yang memasok (cabang dorsal ke corpus callosum) serta cuneus dan precuneus (cabang parieto-oksipital), korteks striate (cabang calcarine), dan permukaan medial oksipital dan lobus temporal (occipitotemporal dan banches duniawi), termasuk bagian parasagittal dari lobus oksipital.





Vena cerebral

Vena cerebral superfisial (vena kortikal) membawa darah dari luar 1-2 cm dari permukaan otak untuk saluran drainase besar seperti sinus superior dan inferior sagital, vena serebral besar Galen, sinus lurus, dan pembuluh darah tentorial. Dengan demikian, vena cerebellar mengalirkan darah dari permukaan cerebellar ke vena superior vermian dan dari situ ke vena cerebral besar, sinus lurus, dan sinus melintang. Vena serebral dalam (vena central) mengalirkan darah dari daerah bagian dalam otak (materi putih setengah bulat, ganglia basal, corpus callosum, koroid pleksus) dan dari daerah kortikal beberapa juga. vena cerebral superfisial (vena kortikal). Vena otak dangkal diklasifikasikan oleh lokasi mereka sebagai prefrontal, frontal, parietal, dan oksipital. Kecuali vena oksipital, yang kosong ke dalam sinus melintang, pembuluh darah ini semua perjalanan selama konveksitas otak untuk bergabung dengan sinus sagital superior. Mereka

diistilahkan bridging veins di akhir distal mereka, di mana mereka menembus membran arakhnoid dan menjembatani ruang subarachnoid untuk bergabung sinus. Dangkal vena serebri (tidak ditampilkan) biasanya mengikuti ramus posterior fisura Sylvian dan fisura sendiri ke sinus kavernosus. Vena Inferior cerebral mengalir ke sinus kavernosus, petrosal sinus superior, dan sinus melintang. Vena cerebral superior mengalir ke sinus sagital superior. vena serebral dalam (vena central). Vena serebral internal yang muncul secara bilateral pada tingkat foramen interventrikular (dari Monro). Melintasi celah otak melintang ke titik hanya kalah dengan splenium dari corpus callosum. Sudut vena di persimpangan dengan yang thalamostriate vena superior dapat dilihat pada angiogram lateral diproyeksikan. Kedua vena serebral internal yang bergabung di bawah splenium untuk membentuk besar vena serebral (Galen), yang menerima vena basal (dari Rosenthal) dan kemudian bermuara di sinus lurus di tepi tentorial anterior pada tingkat pelat quadrigeminal. Vena basal dari Rosenthal dibentuk oleh persatuan vena anterior cerebral, vena serebral dalam tengah, dan pembuluh darah striate. Melewati posteromedial pada saluran optik, kurva sekitar batang otak, dan bermuara di vena dalam atau besar otak vena posterior ke batang otak. Posterior fossa. Anterior, tengah, dan vena posterior saluran posterior fossa ke vena cerebral besar, vena petrosus, dan tentorium dan sinus lurus, masing-masing.

Vena ekstraserebral

Vena-paling ekstraserebral mencolok, yang dural vena sinus-drain darah vena dari otak ke dalam sinus sigmoid dan vena jugularis. Vena diploic mengalir ke pembuluh darah ekstrakranial kulit kepala dan pembuluh darah intrakranial (sinus vena dural). Vena utusan menghubungkan sinus, vena diploic, dan vena superfisial tengkorak. Infeksi kadang-kadang perjalanan sepanjang vena utusan dari ekstrakranial ke kompartemen intrakranial. Pembuluh darah otak kosong ke dalam kelompok superior dan inferior sinus vena dural. Sinus dari kelompok superior (yang sagital superior dan inferior, lurus, dan sinus oksipital) bergabung pada pertemuan sinus (torcular Herophili), yang mengalir ke kedua melintang sinus dan dari situ ke dalam sinus sigmoid dan vena jugularis internal. Sinus dari kelompok rendah (superior dan inferior sinus petrosus) bergabung di sinus kavernosa, yang mengalir ke sinus sigmoid dan vena jugularis interna melalui petrosal sinus rendah, atau ke dalam pleksus vertebral internal yang melalui pleksus basilar.

2. TRAUMA KEPALA

I. Cedera Otak

Cedera otak dapat kita bedakan atas kerusakan primer dan sekunder.

I.1. Kerusakan Primer

Kerusakan otak yang timbul pada saat cedera, sebagai akibat dari kekuatan mekanik yang menyebabkan deformasi jaringan. Kerusakan ini dapat bersifat fokal ataupun difus.

I.1.1. Kerusakan Fokal

Merupakan kerusakan yang melibatkan bagian-bagian tertentu dari otak, bergantung kepada mekanisme cedera yang terjadi. Kerusakan fokal yang timbul dapat berupa:

- **Kontusio serebri**, diartikan sebagai kerusakan jaringan otak tanpa disertai robeknya piamater. Kerusakan tersebut berupa gabungan antara daerah perdarahan (kerusakan pembuluh darah kecil seperti kapiler, vena, dan arteri), nekrosis otak, dan infark. Terutama melibatkan puncak-puncak gyrus karena bagian ini akan bergesekan dengan penonjolan dan lekukan tulang saat terjadi benturan. Lesi di bawah tempat benturan disebut kontusio 'coup' sedangkan yang jauh dari tempat benturan disebut kontusio 'kontra-coup'.
- **Kontusio 'intermediate coup'**, terletak di antara lesi 'coup' dan 'kontra-coup'. Di samping itu juga dikenal kontusio 'glinding', yang terdapat pada daerah parasagital, biasanya disebabkan oleh gerakan dalam arah rostrokaudal. Kontusio herniasi timbul sebagai akibat dari terjadinya herniasi, paling sering pada incisura tentorium. Lesi kontusio sering berkembang sejalan dengan waktu, sebabnya antara lain adalah perdarahan yang terus berlangsung, iskemik-nekrosis, dan diikuti oleh edema vasogenik. Selanjutnya lesi akan mengalami reabsorpsi terhadap eritrosit yang lisis (48-72 jam), disusul dengan infiltrasi makrofag (24 jam – beberapa minggu) dan gliosis aktif yang terus berlangsung secara progresif (mulai dari 48 jam). Secara makroskopik terlihat sebagai lesi kistik kecoklatan. Gejala yang timbul bergantung kepada ukuran dan lokasi kontusio. Jika melibatkan lobus frontal dan temporal bilateral, disebut 'cedera tetrapolar', memberikan gejala TTIK (Tekanan Tinggi Intra Kranial), tanpa pergeseran garis tengah (midline shift) dan disertai koma atau penurunan kesadaran yang progresif. Gambaran CT Scan berupa daerah kecil hiperdens, yang disertai atau dikelilingi oleh daerah hipodens karena edema dan jaringan otak yang nekrosis.

- **Laserasi**, jika kerusakan tersebut disertai dengan robeknya piamater. Laserasi biasanya berkaitan dengan adanya perdarahan subarachnoid traumatika, subdural akut, dan intraserebral. Laserasi dapat dibedakan atas laserasi langsung dan tidak langsung. Laserasi langsung disebabkan oleh luka tembus kepala yang disebabkan oleh benda asing atau penetrasi fragmen fraktur terutama pada fraktur depressed terbuka. Sedangkan laserasi tak langsung disebabkan oleh deformasi jaringan yang hebat akibat dari kekuatan mekanis.

- **Perdarahan intrakranial**, mencakup perdarahan ekstradural dan intradural..

Perdarahan ekstradura (hematoma ekstradura), lebih lazim disebut epidural hematoma (EDH), diartikan sebagai adanya penunpukan darah di antara dura dan tabula interna. Paling sering terletak pada daerah temporal dan frontal. Pada pemeriksaan CT Scan Kepala akan terlihat sebagai massa hiperdens berbentuk bikonveks. Sumber perdarahan biasanya dari laserasi cabang arteri meningeal oleh fraktur tulang, walaupun kadang-kadang dapat berasal dari vena atau diploe. Darah pada EDH membeku (clotting), berbentuk bikonveks. Jika perdarahan berasal dari vena atau diploe, maka gambaran bikonveks yang terbentuk lebih tipis. EDH bifrontal sering terjadi pada anak dan bayi, biasanya berasal dari vena. Perdarahan ini jarang terjadi di atas usia 60 tahun, mungkin karena duramater melekat lebih kuat ke tabula interna pada usia tua. Perjalanan klinisnya dapat mengikuti salah satu dari yang disebut berikut ini:

1. Tetap sadar
2. Tetap tidak sadar
3. Mula-mula sadar lalu menjadi tidak sadar
4. Mula-mula tidak sadar lalu menjadi sadar
5. Mula-mula tidak sadar, lalu menjadi sadar (lucid interval), dan akhirnya menjadi tidak sadar.

Lucid interval tidak patognomonik untuk EDH dan hanya terjadi pada sepertiga kasus. Di samping gejala di atas, juga ditemukan hemiparesis dan dilatasi pupil. Jika terjadi pada fossa posterior, akan timbul sakit kepala dan kaku kuduk. Pada keadaan ini harus kita curigai adanya massa infratentorial jika penurunan kesadaran selama observasi tidak disertai dengan tanda-tanda fokal, terutama jika disertai adanya jejas pada bagian

occipital. Setelah trauma occipital, EDH infratentorial ini biasanya disebabkan oleh robeknya sinus vena pada dura.

Perdarahan intradura, mencakup perdarahan subdural, subarachnoid, intraserebral, intraserebelar, basal ganglia, dan intraventrikuler.

1. Perdarahan subdural, lebih lazim dengan sebutan subdural hematoma (SDH). Diartikan sebagai penumpukan darah di antara dura dan arachnoid. Lesi ini lebih sering ditemukan daripada EDH. Dengan mortalitas 60 – 70 persen. Terjadi karena laserasi arteri/vena kortikal pada saat berlangsungnya akselerasi dan deselerasi. Pada anak dan usia lanjut sering disebabkan oleh robekan ‘bridging vein’ yang menghubungkan permukaan korteks dengan sinus vena. Berdasarkan waktu perkembangan lesi ini hingga memberikan gejala klinis, dibedakan atas:
 - Akut, gejala timbul dalam 3 hari pertama setelah cedera. Pada gambaran CT Scan, terdapat daerah hiperdens berbentuk bulan sabit. Jika penderita anemis berat atau terdapat CSS yang mengencerkan darah di subdural, gambaran tersebut bisa isodens atau bahkan hipodens.
 - Subakut, gejala timbul antara hari ke-4 sampai ke-20. Gambaran CT Scan berupa campuran hiper, iso, hipodens.
 - Kronis, jika gejala timbul setelah 3 minggu. Sering timbul pada usia lanjut, dimana terdapat atrofi otak sehingga jarak permukaan korteks dan sinus vena semakin jauh dan rentan terhadap guncangan. Kadang-kadang benturan ringan pada kepala sudah dapat menimbulkan SDH kronis. Beberapa predisposisi seperti alkoholisme, epilepsi, gagal ginjal terminal, dan koagulopati akan mempermudah terjadinya SDH kronis. SDH kronis dapat terus berkembang karena terjadinya perdarahan ulang (*rebleeding*) dan tekanan osmotik yang lebih tinggi dalam cairan SDH kronis sebagai akibat dari darah yang lisis, akan menarik cairan ke dalam SDH. Perdarahan ulang tersebut cenderung tidak akan berhenti karena tingginya kadar fibrinolitik dalam cairan SDH. Gejala lain yang timbul antara lain, penurunan kesadaran, pupil anisokor, dan defisit neurologis, terutama gangguan motorik. Lesi biasanya terletak ipsilateral terhadap pupil yang dilatasi dan kontralateral terhadap defisit motorik. Kadang-kadang disertai abnormalitas nervus III.

Jika SDH terjadi pada fossa posterior, dapat menyebabkan penurunan kesadaran, sakit kepala, muntah, kelumpuhan saraf cranial, dan kaku kuduk. SDH fossa posterior biasanya disebabkan oleh laserasi sinus vena, atau perdarahan dari kontusio serebeli, dan robeknya 'bridging vein'.

2. Perdarahan subarachnoid traumatika, paling sering ditemukan pada cedera kepala, umumnya menyertai lesi lain. Perdarahan terletak di antara subarachnoid dan piamater, mengisi ruang subarachnoid. Terdapat beberapa perbedaan antara PSA-t (perdarahan subarachnoid traumatika) dan perdarahan subarachnoid karena rupturnya aneurisma (PSA-a). pada PSA-t lebih sering melibatkan bagian-bagian kortikal yang superfisial, terutama jika menyertai lesi lain seperti ICH dan kontusio serebri. Adanya darah pada ruang subarachnoid ini dapat menyebabkan hidrosefalus.
3. Perdarahan intraserebral/intraserebral hematoma (ICH), diartikan sebagai hematoma yang terbentuk pada jaringan otak (parenkim) sebagai akibat dari adanya robekan pembuluh darah. Terutama melibatkan lobus frontal dan temporal (80-90 persen), tetapi dapat juga melibatkan korpus kalosum, batang otak, dan ganglia basalis. Gejala dan tanda juga ditentukan oleh ukuran dan lokasi hematoma. Pada CT Scan Kepala akan memberikan gambaran daerah hiperdens yang homogen dan berbatas tegas. Di sekitar lesi akan disertai dengan edema perifokal. Jika massa hiperdens tersebut berdiameter kurang dari 2/3 diameter lesi, maka keadaan ini disebut kontusio. Jika ICH ini disertai dengan SDH dan kontusio atau laserasi pada daerah yang sama, maka disebut 'burst lobe'. Paling sering terjadi pada lobus frontal dan temporal. Berdasarkan hasil pemeriksaan CT Scan, Fukamachi, dkk. tahun 1985, membagi ICH atas:
 - Tipe 1 → hematoma sudah terlihat pada CT Scan awal
 - Tipe 2 → hematoma berukuran kecil sampai sedang pada CT Scan awal, kemudian membesar pada CT Scan selanjutnya
 - Tipe 3 → hematoma terbentuk pada daerah yang normal pada CT Scan awal
 - Tipe 4 → hematoma berkembang pada daerah yang abnormal sejak awal ('salt and pepper')

Bollinger's apoplexy, suatu ICH yang terjadi berminggu bahkan berbulan setelah kejadian trauma, dan pasien sering dalam keadaan neurologis yang baik. Sering terjadi pada orang tua. Beberapa faktor yang sering dikaitkan dengan keadaan ini seperti hipotensi dan syok, DIC yang dipicu oleh tromboplastin dari penguraian jaringan saraf, dan konsumsi alkohol.

4. Perdarahan intraserebelar, merupakan perdarahan yang terjadi pada serebelum. Lesi ini jarang terjadi pada trauma, umumnya merupakan perdarahan spontan. Prinsipnya hampir sama dengan ICH pada supratentorial, tetapi secara anatomis harus diingat bahwa kompartemen infratentorial lebih sempit dan ada struktur penting di depannya, yaitu batang otak.
5. Perdarahan basal ganglia traumatika, perdarahan dapat terjadi pada nukleus kaudatus, putamen, dan atau globus pallidus. Timbul akibat kekuatan akselerasi dan deselerasi sehingga merobek pembuluh darah yang terletak pada struktur yang dalam. Penderita dengan lesi ini memiliki prognosis yang buruk.
6. Perdarahan intraventrikuler traumatika, diartikan sebagai adanya darah dalam sistem ventrikel akibat trauma. Sumber perdarahan biasanya sulit ditentukan, mungkin berasal dari robekan vena pada dinding ventrikel, robekan pada korpus kalosum, septum pellucidum, forniks atau pada pleksus koroid. Pada sepertiga kasus merupakan perluasan hematoma yang ada pada lobus frontal, temporal, dan basal ganglia. Mortalitas sangat tinggi.

I.1.2. Kerusakan Menyeluruh (Difus)

Diartikan sebagai suatu keadaan patologis penderita koma (penderita yang tidak sadar sejak benturan pada kepala dan tidak mengalami suatu interval lucid) tanpa gambaran SOL (*space occupying lesion*) pada CT Scan atau MRI. Paling sering disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas dengan kecepatan tinggi sehingga terjadi mekanisme akselerasi dan deselerasi. Angulasi, rotasi, dan peregangan yang timbul menyebabkan robekan serabut saraf pada berbagai tempat, yang sifatnya menyeluruh (difus). Klasifikasi *diffuse brain injury* berdasarkan CT Scan kepala dibedakan atas:

1. Grade 1: Tidak terdapat kelainan patologi yang terlihat pada CT Scan
2. Grade 2: Cisterna masih tampak, midline shift ≤ 5 mm, tidak terdapat lesi berdensitas tinggi atau campuran yang > 25 ml

3. Grade 3: cistern kompres atau hilang, midline shift d" 5 mm, tidak terdapat lesi berdensitas tinggi atau campuran yang > 25 ml

4. Grade 4: cisterna kompres atau hilang, midline shift > 5 mm

Prognosis diffuse injury ini dapat dilihat pada table table berikut:

Diffuse Injury Grade	CT Appearance	Mortality
I	Normal CT Scan	9.6%
II	Cisterns present. Shift <5 mm	13.5%
III	Cisterns compressed/absent. Shift < 5 mm	34%
IV	Shift > 5 mm	56.2%

Kerusakan menyeluruh ini, berdasarkan gambaran patologi dibedakan atas:

- *Diffuse Axonal Injury (DAI)*, yaitu:

- ✓ Adanya kerusakan axon yang difus dalam hemisfer serebri, korpus kalosum, batang otak, dan serebelum (pedunkulus).
- ✓ Awalnya, kekuatan renggang pada saat benturan melebihi level ketahanan akson, sehingga terjadi sobekan atau fragmentasi aksolemma, dan keteraturan susunan sitoskeleton akson menjadi rusak. Terjadi pada saat benturan, tetapi ada yang memberi batas waktu dalam 60 menit sejak kejadian (*primary axotomy*).
- ✓ Aksolemma dan susunan membran pada awalnya masih utuh, walaupun susunan sitoskeleton akson terganggu. Penghantaran aksoplasma akan terbendung pada sitoskeleton yang mengalami kerusakan sehingga terjadi pembengkakan akson (*retraction ball*), yang pada akhirnya akan menyebabkan putusnya akson. Terjadi antara 12 – 48 jam (*secondary axotomy*). Berdasarkan luasnya kerusakan yang timbul, DAI dapat dikelompokkan atas:
 1. Grade 1 → tanpa lesi fokal
 2. Grade 2 → dengan lesi fokal pada corpus callosum
 3. Grade 3 → yaitu grade 2 + lesi fokal pada kuadran dorsolateral rostral batang otak
- ✓ Gambaran klinis DAI ditandai dengan koma sejak kejadian, suatu keadaan dimana penderita secara total tidak sadar terhadap dirinya dan sekelilingnya dan tidak mampu member reaksi yang berarti terhadap rangsangan dari luar.

- *Diffuse Vascular Injury (DVI)*

- ✓ Ditandai dengan perdarahan kecil-kecil yang menyebar pada seluruh hemisfer, khususnya massa putih daerah lobus frontal, temporal, dan batang otak, biasanya pasien segera meninggal dalam beberapa menit. Pada DVI terjadi perubahan struktur menyeluruh pada endotel mikrovaskuler otak sehingga terjadi ekstrasvasasi sel darah merah.

I.2. Kerusakan Sekunder

Kerusakan sekunder

Kerusakan otak yang terjadi akibat kerusakan otak primer, termasuk kerusakan otak oleh hipoksia, iskemia, pembengkakan otak dan TTIK, serta hidrosefalus dan infeksi. Berdasarkan mekanismenya, kerusakan ini dapat dikelompokkan atas dua yaitu :

a. Kerusakan hipoksik-iskemik menyeluruh (*diffuse ischemic damage*)

- Sudah berlangsung sejak terjadinya trauma sampai awal pengobatan
- Martin dkk membaginya atas 3 fase yaitu :
 - Fase hipoperfusi, terjadi pada hari 0 , dapat turun hingga <18 ml/100g/min pada 2-6 jam sesudah cedera
 - Hyperemia terjadi pada hari 1-3
 - Vasospasme terjadi pada hari 4-15

Untuk pemeriksaan ini dapat dilakukan Xenon CT, karena dapat menilai CBF secara quantitative pada berbagai lokasi di otak. Kerusakan ini timbul karena :

- Hipoksia : penurunan jumlah O_2 dalam alveoli
- Iskemia : berhentinya aliran darah
- Hipotensi arterial sistemik

Pada pasien dengan autoregulasi baik, peningkatan tekanan darah dalam batas tertentu tidak menyebabkan perubahan ICP dan CBF. Sedangkan penurunan tekanan darah menyebabkan vasodilatasi pembuluh darah otak, terjadi peningkatan volume pembuluh darah otak dan akhirnya peningkatan ICP

CPP(Cerebral Perfussion Pressure) = MABP-ICP

MABP = $\frac{(\text{Sistolik} + 2\text{Diastolik})}{3}$

3

MABP Normal 80-100 mmHg

ICP Normal 5-10 mmHg

Autoregulasi dapat berperan pada rentang CPP 50-140

- Obstruksi jalan nafas
 - Cedera Thoraks
 - Spasme arteri
- b. Pembengkakan jaringan otak menyeluruh terjadi karena peningkatan kandungan air dalam jaringan otak atau peningkatan volume darah, atau kombinasi keduanya. Pada diffuse brain swelling, belum jelas patogenesisnya. Dalam beberapa aspek harus dibedakan antara kongesti dan edema, sebab hal ini berkaitan dengan pemahaman dan upaya pengelolaannya. Berikut ini akan dijelaskan berbagai macam edema otak :
- *Vasogenic oedem* disebabkan oleh adanya gangguan BBB (Blood Brain Barrier), yang menyebabkan penumpukan cairan tinggi protein pada ruang ekstrasel. Edema ini terjadi di daerah sekitar tumor maupun infeksi
 - *Cytotoxic oedem* berhubungan dengan hipoksik-iskemik, terjadi gangguan gradient ion yang menyebabkan penumpukan intrasel. Edema ini terajdi pada trauma
 - *Hydrostatic oedem* terjadi akibat peningkatan menddadak tekanan darah apda vascular bed yang utuh, terjadi penumpukan cairan rendah protein pada ekstrasel. Edema ini terjadi intoksikasi air
 - *Osmotic brain oedem*, penurunan osmolaritas serum yang berakibat pada peningkatan cairan intrasel. Edema ini terjadi pada hiponatremia
 - *Interstitial brain oedem*, ekstrasvasasi air apda periventrikuler terjadi akibat tingginya tekanan pada hidosefalus obstruktif
 - Pembengkakan oleh karena kongesti, disebabkan oleh hilangnya tonus vasomotor sementara setelah cedera kepala dan merupakan suatu keadaan yang tidak

mengancam nyawa, sedangkan edema otak adalah suatu keadaan yang mengancam nyawa. Oleh sebab itu, kongesti tidak memerlukan intervensi sedangkan pada edema harus segera diintervensi sesuai dengan penyebabnya agar tidak terjadi herniasi otak, misalnya dengan pemberian mannitol

- Perdarahan di pons dapat terjadi jika herniasi telah berlangsung. Perdarahan ini biasanya terjadi akibat robekan pada arteri perforantes yang berasal dari arteri basilaris. Robekan ini terjadi akibat pergeseran otak yang terjadi akibat herniasi. Perdarahan ini dikenal dengan nama 'Duret hemorrhage'.



3. PENANGANAN TRAUMA KEPALA

Primary Survey

Primary survey ini meliputi :

- A. Airway , yaitu dengan membersihkan jalan nafas dengan memperhatikan kontrol cervical. Sebelum melakukan manipulasi, anggaplah ada fraktur cervical pada setiap penderita terlebih bila ada penurunan kesadaran atau bila ditemukan adanya jejas di atas klavikula. Pasang cervical collar untuk imobilisasi cervical sampai terbukti tidak ada cedera cervical. Membersihkan jalan nafas dari segala sumbatan, benda asing darah dan fraktur maksilofasial, gigi yang patah dan lain-lain terutama pada pada pasien yang tidak sadar

dengan lidah yang jatuh ke belakang, harus segera dipasang guedel, darah dan lendir (sekret) segera disuction untuk menghindari aspirasi. Jika penderita sadar dan dapat berbicara, maka dinilai baik tetap perlu dievaluasi, lakukan intubasi jika apnea, GCS 8, pertimbangkan juga pada GCS 9 dan 10 bila saturasi tidak mencapai 90 persen atau ada bahaya aspirasi akibat perdarahan dan fraktur maksilofasial. Pada literatur lebih dianjurkan dengan pemasangan nasotracheal tube, tetapi sebaliknya pada penderita dengan nafas spontan dapat “false road” ke intrakranial pada kasus dengan fraktur basis kranium anterior dan angka kegagalan lebih tinggi. Jika tidak memungkinkan intubasi dapat dilakukan chrycothyroidetomy, ini tidak dianjurkan pada anak karena dapat menyebabkan subglosis stenosis

B. Breathing, dengan ventilasi yang baik, proses pernafasan yang baik harus dipenuhi dengan pertukaran oksigen dan karbondioksida dari tubuh. Evaluasi dilakukan dengan saksama melalui tindakan inspeksi, palpasi, perkusi dan auskultasi.

C. Sirkulasi dan kontrol perdarahan

- Respon awal tubuh terhadap perdarahan adalah takikardi untuk mempertahankan cardiac output walaupun stroke volume menurun

$$CO = SV \times HR$$

CO = Cardiac Output

SV = Stroke Volume

HR = Heart Rate

- Selanjutnya akan diikuti oleh penurunan tekanan nadi (Tekanan sistolik-tekanan diastolik). Hal ini mencerminkan vasokonstriksi pada berbagai jaringan tubuh sebagai usaha untuk mempertahankan aliran darah ke organ vital
- Jika aliran darah ke organ vital tidak dapat dipertahankan lagi, maka timbullah hipotensi
- Dengan memakai konsep dasar tersebut, maka tanda vital dapat menentukan tindakan dan evaluasi terhadap penderita, seperti yang digambarkan pada tabel di bawah ini

	Class I	Class II	Class III	Class IV
Bleeding	<750 cc	750 to 1500cc	1500 to 2000 cc	>2000 cc
HR	<100	>100	>120	>140
BP	Normal	Normal	Decreased	Decreased
RR	14-20	20-30	30-35	>35
Cappillary Refill	Normal	Decreased	>2 minutes	Absent
Skin	Pink and cool	Pale and cold	Pale, cold, moist	Mothled
Urine	>30cc/hour	20-30cc/hour	5-15 cc/hour	<5cc/hour
Behaviour	Slight Anxiety	Mild Anxiety	Anxious Confused	Lethargic, confused
Fluid	Crystalloid	Crystalloid	Crystalloid and blood	Crystalloid and blood

D. Disability, pemeriksaan mini neurologis, pemeriksaan ini meliputi :

- GCS setelah resusitasi
- Bentuk, ukuran dan reflex cahaya pupil kiri dan kanan, hati-hati cedera langsung juga dapat menimbulkan dilatasi pada sisi pupil tersebut
- Nilai kekuatan motorik kiri dan kanan apakah ada paresis atau tidak, hasil diimplementasikan untuk menyingkirkan EDH, sebab harapan keberhasilan untuk EDH murni sangat baik bila ditangani dengan cepat dan tepat

E. Exposure, dengan menghindari hipotermia, semua pakaian yang dapat menutupi tubuh penderita harus dilepas/dibuka agar tidak ada cedera yang terlewatkan selama pemeriksaan. Pemeriksaan bagian punggung harus dilakukan dengan log-rolling.

Sambil melakukan resusitasi, dapat ditanyakan riwayat kejadian yang meliputi :

- Waktu kejadian
- Tempat kejadian
- Memakai helm atau tidak (pada pengendara sepeda motor)
- Mekanisme cedera, deselerasi yang tiba-tiba terhadap kepala pada KLL atau jantung pada ketinggian, menyebabkan kerusakan otak difuse dan kontusio polar. Benturan kuat terhadap kepala menyebabkan kerusakan otak fokal dengan komponen difus yang

lebih ringan. Benturan terhadap kepala dalam posisi terfiksir menyebabkan kerusakan otak fokal di bawah tempat benturan tanpa adanya pingsan

- Ada tidaknya pingsan dan lamanya
- Keadaan setelah kejadian seperti kejang, muntah, sakit kepala dan lain-lain
- Ada tidaknya pengaruh alcohol dan obat-obatan

Secondary Survey

Kepala dan Leher

Dilakukan evaluasi terhadap tanda-tanda adanya kontusio eksternal, seperti kontusio jaringan, echymosis, laserasi atau pembengkakan jaringan lunak. Kadang-kadang laserasi SCALP atau bahkan luka tembak cranial bias terlewatkan pada pemeriksaan cranial karena tertutup rambut, dan luka pada occipital juga dapat menyebabkan pemeriksaan terlewatkan dikarenakan posisi pasien yang berbaring dengan posisi supine. Palpasi dilakukan dengan sistematis dan simultan pada kedua sisi, apakah ada tanda step-off atau krepitasi. Dari palpasi dapat diperkirakan fraktur tulang maksila (leFort), antara lain :

- a. leFort I, ketidakstabilan terletak antara hidung dan gigi incisivus superior
- b. leFort II, ketidakstabilan terletak setinggi os Nasal
- c. leFort III, fraktur dengan disfungsi kraniofacial komplit

Kriteria rawat untuk cedera kepala ringan :

Untuk menentukan apakah pasien harus dirawat atau tidak, pada cedera kepala ringan, maka pada observasi dapat ditentukan berdasarkan satu atau lebih, tanda atau petunjuk berikut :

1. Penurunan kesadaran
2. Fraktur tulang tengkorak
3. Gejala dan tanda defisit neurologis, termasuk sakit kepala berat dan muntah-muntah
4. Sulit melakukan penilaian terhadap penderita, seperti pada pengaruh alcohol, obat atau usia yang sudah lanjut sekali
5. Adanya keadaan medis yang menyertai seperti epilepsi, hemofilia atau diabetes
6. Sulitnya atau tidak ada orang sekitarnya yang dapat mengawasi keadaan pasien

7. Jarak dari rumah penderita ke rumah sakit sangat jauh sehingga tidak memungkinkan penderita kembali ke rumah sakit dalam waktu singkat, jika diperlukan

Kriteria yang dimaksud di atas adalah kriteria yang dibuat setelah pemeriksaan klinis, untuk membeda-bedakan penderita terhadap kemungkinan adanya cedera intrakranial. Dalam hal ini dibagi atas :

1. Resiko rendah , dapat ditemukan :

- Asimptomatik
- Sakit kepala
- Pusing
- Hematoma, laserasi, kontusio dan abrasi scalp

2. Resiko sedang, dapat ditemukan :

- Riwayat penurunan kesadaran pada saat kejadian atau sesudahnya
- Sakit kepala yang progresif
- Intoksikasi obat atau alkohol
- Kejang post trauma
- Mekanisme trauma tidak jelas
- Usia < 2tahun
- Muntah
- Post Traumatic Amnesia
- Multipel trauma
- Cedera wajah yang serius
- Dugaan fraktur depressed atau penetrasi
- Dugaan “child abuse”

3. Resiko tinggi dapat ditemukan:

- Penurunan kesadaran tanpa penyebab lain yang jelas
- Tanda neurologis fokal
- Kesadaran menurun
- Fraktur Depressed atau penetrasi

Jika dalam hasil pemeriksaan ternyata penderita berada dalam kelompok resiko rendah, maka penderita dapat diobservasi di rumah. Pihak keluarga harus diberitahukan untuk membawa penderita ke rumah sakit jika ditemukan hal-hal sebagai berikut :

- Penurunan kesadaran termasuk sulit dibangunkan
- Perilaku abnormal
- Sakit kepala yang progresif
- Bicara “rero”
- Sulit menggerakkan lengan atau tungkai
- Muntah yang terus menerus
- Kejang-kejang

Untuk penderita dengan resiko sedang, perlu observasi ketat terutama terhadap adanya tanda perubahan ke resiko tinggi. Pertimbangkan untuk pemeriksaan CT-Scan dan konsultasi dengan ahli saraf, untuk penderita dengan resiko tinggi, merupakan kandidat yang baik untuk pemeriksaan CT Scan dengan konsultasi dengan bedah saraf.

Guidline manajemen terapi intervensi bedah pada trauma kapitis

- EDH
 - Volume perdarahan lebih besar dari 30 cc tanpa memperhitungkan GCS perlu dilakukan tindakan operatif
 - Volume kurang dari 30 cc/ketebalan hematoma kurang dari 15mm/midline shift kurang dari 5 mm/GCS lebih dari 8 dapat ditangani dengan prosedur non bedah
- SDH
 - SDH dengan tebal perdarahan lebih dari 10 mm/ midline shift lebih dari 5 mm harus dilakukan tindakan operatif
 - Pasien dengan Akut SDH dan GCS kurang dari 9 harus dilakukan pemantauan tekanan ICP
 - SDH dengan tebal perdarahan kurang dari 10 mm atau midline shift kurang dari 5 mm dapat dilakukan tindakan operatif bila GCS berkurang 2 poin atau lebih dibandingkan saat pasien masuk, terdapat reflex pupil yang abnormal atau ICP lebih dari 20 mmHg

- PIS Traumatik
 - Lesi parenkim dengan gangguan neurologik yang reversibel, hipertensi intracranial yang refrakter terhadap pengobatan medikamentosa dan adanya efek massa pada CT scan perlu dilakukan tindakan operatif
 - Pasien dengan GCS 6-8 dengan lesi frontal atau temporal lebih dari 20 cc dengan midline shift lebih dari 5 mm atau kompresi cisternal, atau lesi dimanapun dengan volume lebih dari 50 cc perlu dilakukan tindakan operatif
 - Lesi parenkim tanpa gangguan neurologik, tidak ada tanda-tanda penekanan yang disebabkan oleh efek massa dengan ICP yang terkontrol dapat ditangani dengan tindakan non operatif
- Fraktur Depresi
 - Fraktur terbuka dengan depresi lebih besar ketebalan tulang tengkorak perlu dilakukan tindakan operatif untuk mencegah infeksi
 - Fraktur depresi terbuka dapat diterapi tanpa tindakan operatif bila tidak didapatkan bukti penetrasi dural, intraparenkim hematoma, depresi lebih dari 1 cm, keterlibatan sinus frontal, gangguan kosmetik yang parah, luka infeksi, pneumocephalus, atau luka yang terkontaminasi
 - Fraktur depresi tertutup dapat dipertimbangkan penanganan non operatif