

SISTEMUL NERVOS

Cristina FURNICĂ
(coordonator)

POLIROM
2026

Cuprins

<i>Prezentarea autorilor</i>	7
<i>Cuvânt-înainte</i>	11
<i>Listă de abrevieri</i>	13
<i>Introducere</i>	15
1. Dezvoltarea sistemului nervos (Neurogeneza) (Elena Șapte, Grigore Tinică, Cristina Furnică).....	35
2. Meningele cerebral și spinal (<i>Meninges</i>) (Ana Maria Haliciu, Radu-Alexandru Iacobescu, Sever Ștefan Ungureanu).....	69
3. Măduva spinării (<i>Medulla spinalis</i>) (Petra-Caroline Mayaya, Raluca Ozana Chistol, Anca Maria Damian).....	93
4. Trunchiul cerebral (<i>Truncus encephali</i>) (Andreea Ludușanu, Liviu Moraru, Andrei Tudor Perianu).....	123
5. Cerebelul (<i>Cerebellum</i>) (Vlăduț Mirel Burdului, Maria-Mădălina Hanganu, Simona-Irina Damian, Alexandru Gabriel David).....	159
6. Diencefalul (<i>Diencephalon</i>) (Lăcrămioara Perianu, Catherine Teodora Costan, Maria-Mădălina Hanganu).....	181
7. Sistemul limbic (<i>Systema limbicum</i>) (Andra Irina Bulgaru-Iliescu, Cristina Furnică, Mihaela Perțea).....	205
8. Ganglionii bazali (<i>Nuclei basales</i>) (Gabriela Dumăchiță Șargu, Nona Gîrlescu, Beatrice Gabriela Ioan, Ilinca Foia)	227
9. Emisferele cerebrale (<i>Hemisphaeria cerebri</i>) (Ana Maria Haliciu, Sofia Mihaela David, Ștefan Victor Socolov)	247
10. Sistemul ventricular (<i>Systema ventriculorum</i>) (Vlăduț Mirel Burdului, Călin Scripcaru, Ana Isabela Dobrin).....	271
11. Vascularizația sistemului nervos central (Anca Sava, Cristinel Ionel Stan, Lăcrămioara Perianu).....	291
12. Sistemul nervos vegetativ (autonom) (Radu-Alexandru Iacobescu, Dragoș Andrei Chiran, Cristinel Ionel Stan)	311
13. Elemente de histologie a sistemului nervos central (Laura-Adriana Rîșcanu, Klara Brînzaniuc, Anca Sava, Andrei Daniel Timofte).....	341
14. Neuromediatorii sensibilității nociceptive (Liliana Mititelu-Tarțău, Beatrice-Rozalina Bucă, Cosmin-Gabriel Tarțău, Andra-Melissa Tarțău, Liliana Lăcrămioara Pavel).....	369

15. Elemente de neuroanatomie integrată în practica medicală (Alexandra Cristina Rusu, Elena Șapte, Grigore Tinică)	385
16. Disecția creierului și a măduvei spinării (Lavinia-Paraschiva Cornici, Diana Bulgaru-Iliescu, Tatiana Iov, Denis Pârțac).....	407
<i>Index</i>	439

2.1. Considerații generale

Sistemul nervos central (*systema nervosum centrale*) este localizat în interiorul unor structuri osoase care delimitează cavitatea craniană și cavitatea rahidiană/vertebrală, oferind protecție. Un complex de trei membrane, dispuse aproximativ concentric, denumite generic *meninge* (*meninges*), acoperă și protejează structurile nevraxiale de structurile osoase adiacente [1].

Prin poziția lor, structurile meningeale protejează osul de eventuale eroziuni și sistemul nervos de acțiuni traumatiche. Meningele au rolul de a proteja sistemul nervos central și de a menține un mediu stabil în jurul creierului și măduvei spinării, menținând, de exemplu, o presiune constantă a lichidului cefalorahidian/cerebrospinal.

Meningele sunt formate din trei membrane conjunctive dispuse aproximativ concentric:

- *dura mater* (*dura mater*) – stratul extern, format din țesut conjunctiv dens, slab vascularizat, care aderă intim la endocraniu și la canalul rahidian;
- *arahnoida* (*arachnoid mater*) – stratul intermediar, situat între *dura mater* și *pia mater*, format din țesut conjunctiv avascular, aderent la *dura mater*, care formează o barieră protectoare prin care circulă lichidul cefalorahidian;
- *pia mater* (*pia mater*) – stratul interior, subțire, aflat în contact direct cu creierul și măduva spinării, format din țesut conjunctiv vascularizat, aderent la structurile nervoase.

În funcție de topografie, se descriu *meningele cranian* și *meningele spinal*.

Dura mater este un înveliș opac, alb-sidefiu, relativ rezistent, slab vascularizat, constituit din țesut conjunctiv colagenos neregulat, dens; asigură compartimentarea incompletă a cavității craniene și conține sinusurile venoase durale (*sinus durae matris*).

Arahnoida este foița intermediară, constituită dintr-un țesut conjunctiv, avascular, aderent la *dura mater*, mai subțire.

Pia mater este foița internă ce conține vase arteriale, fiind cea mai subțire și transparentă dintre cele trei membrane. *Arahnoida* și *pia mater* formează *leptomeningele* (*leptomeninx*).

Arahnoida este situată la mijloc și se aseamănă cu o pânză de păianjen, aspectul acesteia fiind și motivul pentru care poartă acest nume.

Între *dura mater* și *arahnoidă* se descrie *spațiul subdural* (*spatium subdurale*) mai îngust, iar între *arahnoidă* și *pia mater*, *spațiul subarahnoidian* (*spatium subarachnoideum*), variabil dimensional, cele mai dilatate porțiuni fiind numite *cisterne subarahnoidiene* (*cisternae subarachnoideae*). La nivelul spațiului subarahnoidian se găsesc *plexurile coroide* ale sistemului cerebroventricular care secretă *lichid cefalorahidian* (*liquor cerebrospinalis*). LCR/LCS circulă în acest spațiu subarahnoidian, fiind reabsorbit continuu

în sistemul venos prin *granulațiile arahnoidiene*, corpusculii Pacchioni (*granulationes arachnoideae*), și se drenează în sinusurile venoase durale.

Lichidul cefalorahidian (LCR), pe lângă rolul de protecție a țesutului nervos față de traumatisme, are rol nutritiv și de transport al unor hormoni, participând la formarea *barierelor hematoencefalică și hematolichidiană*.

2.2. Dezvoltarea meningelor

Dezvoltarea embriologică a structurilor meningeale are loc timpuriu, spre începutul L2. În acest moment, în jurul porțiunii rahidiene și cefalice a tubului neural apare din mezenchimul somitic, un țesut conjunctiv embrionar care evoluează inițial spre extremitatea ventrală, ulterior pe părțile laterale și mai tardiv spre extremitatea caudală a tubului neural.

În a doua jumătate a L2, adiacent tubului neural se diferențiază două straturi celulare: stratul intern și stratul extern, care devine mai dens și formează *pahimeningele*, din care se dezvoltă *dura mater*. După o diferențiere ulterioară, din stratul intern se dezvoltă *arahnoida* și *pia mater* (tunica vasculară).

Structurile leptomeningeale au origine comună și evoluție funcțională comună, deci prezintă și o interesare patologică similară.

2.3. Morfologie meningeală

2.3.1. *Dura mater*

Formată în principal din fascicule dens împachetate de *fibre de colagen* organizate în lamele, *dura mater* este predominant *acelulară* și oferă rezistență. Fasciculele străbat lamelele adiacente, formând o structură reticulară evidentă mai ales la nivelul cortului cerebelos și în jurul defectelor care apar uneori în porțiunea anterioară a coasei creierului, zonă în care se pot forma și perforații.

Dura mater craniană (*dura mater cranialis*) diferă de *dura mater spinală* (*dura mater spinalis*) în principal prin raporturile cu structurile osoase înconjurătoare, restul fiind similar structurii și rezistenței. Structural, *dura mater* prezintă spre exterior *stratul endosteal*, care aderă la structurile osoase, iar spre interior, *stratul meningeal*, între care se dispun *sinusurile venoase* omonime. Aceste straturi se acolează, sunt în contact intim, cu excepția nivelului la care încorporează sinusurile venoase ce drenează sângele venos al structurilor cerebrale (tabelul 2.1).

Tabelul 2.1. Sinusurile venoase ale *durei mater*

<i>Sinusuri impare</i>	<i>Sinusuri pare</i>
Sinus sagital superior (<i>sinus sagittalis superior</i>)	Sinus transvers (<i>sinus transversus</i>)
Sinus sagital inferior (<i>sinus sagittalis inferior</i>)	Sinus sigmoid (<i>sinus sigmoideus</i>)
Sinus drept (<i>sinus rectus</i>)	Sinus pietros superior (<i>sinus petrosus superior</i>)
Sinus occipital (<i>sinus occipitalis</i>)	Sinus pietros inferior (<i>sinus petrosus inferior</i>)
Sinus intercavernos (<i>sinus intercavernosus</i>)	Sinus cavernos (<i>sinus cavernosus</i>)
	Sinus sfenoparietal (<i>sinus sphenoparietalis</i>)
	Sinus bazilar (<i>sinus basilaris</i>)

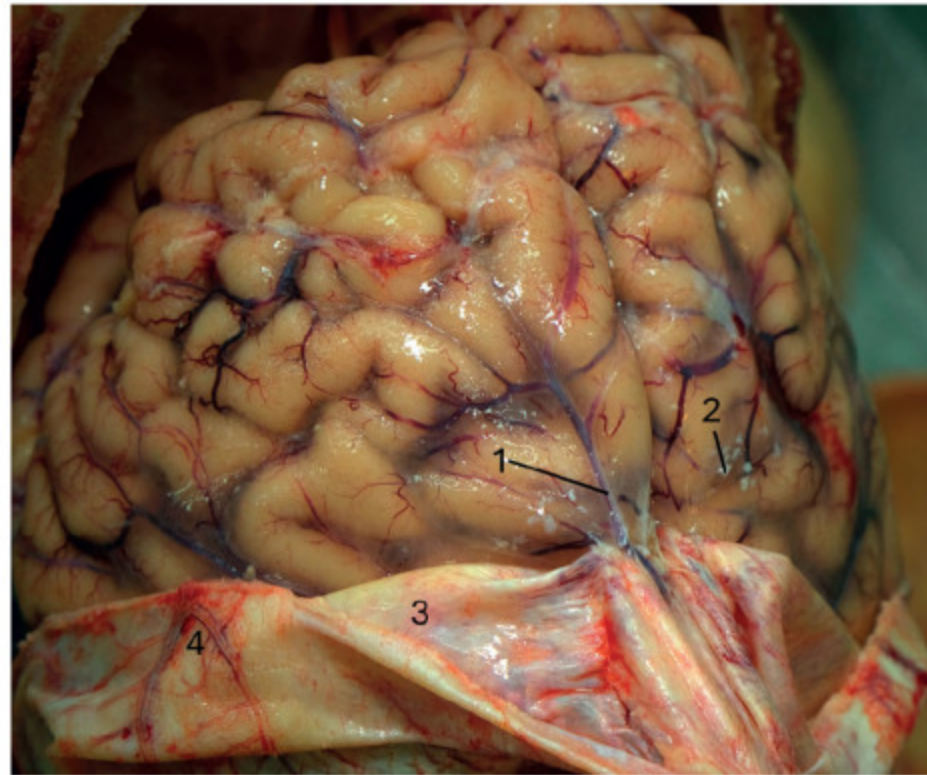


Figura 2.1. *Dura mater* – morfologie externă: 1 – v. anastomotică Trolard, 2 – granulație Pacchioni, 3 – *dura mater*, 4 – a. meningee mijlocie (Colecția Institutului de Medicină Legală Iași)

Din punct de vedere histologic, ambele straturi durale craniene conțin *fibroblaste*, însă stratul endosteal conține și *osteoblaste* implicate în formarea osului, prin sinteza de sialoproteină osoasă. *Dura mater*, prin intermediul stratului endosteal, aderă intim la suprafețele interne ale oaselor craniene, atât la nivelul suturilor, cât și al bazei craniului și în jurul găurii occipitale mari (*foramen magnum*). Benzile fibroase au dispoziție transversală și pătrund din dură în structurile osoase, devenind dificilă decolarea *durei mater* la nivelul liniilor de sutură la craniile tinere (de multe ori imposibilă). Odată cu înaintarea în vârstă, liniile de sutură fuzionează, dura se separă de acestea, se îngroașă, devine mai puțin maleabilă și mai aderentă la suprafața internă a craniului, mai ales la nivelul calvariei. Stratul endosteal al *durei mater* fuzionează cu *pericraniul*, periostul de pe suprafața externă a craniului, la nivelul suturilor și orificiilor craniene, și cu *periorbita* (periosul orbitei) la nivelul fantei sfenoidale. Stratul meningeal intern formează, la emergența din cutia craniană, tunici tubulare nervilor cranieni, care fuzionează cu *epinervul* (stratul extern dens de țesut conjunctiv neregulat care înconjoară un nerv periferic). La acest nivel, tunica durală a nervului optic se continuă cu sclera oculară. *Dura mater* craniană fuzionează cu tunica adventice a vaselor mari, respectiv arterele vertebrală și carotidă internă, la nivelul unde acestea perforază membrana durală pentru a pătrunde în cavitatea craniană [2].

Stratul meningeal al *durei mater* formează falduri dispuse sub formă de *septuri* care compartimentează parțial cavitatea craniană, în plan longitudinal și transversal.

În plan mediosagital, se descriu *coasa creierului* (*falx cerebri*) și *coasa cerebelului* (*falx cerebelli*), iar în plan transversal, *cortul cerebelului* (*tentorium cerebelli*) și *diafragma șei turcești* (*diaphragma sellae*) [2-4].

Coasa creierului (*falx cerebri*) este formată din prelungirea stratului meningeal al *durei mater*, de formă semilunară, situată în plan sagital, care ocupă fisura longitudinală interemisferică. Anterior se îngustează și se fixează la *crista galli*, posterior se lărgeste progresiv, se acolează cu cortul cerebelului, unde se localizează sinusul drept.

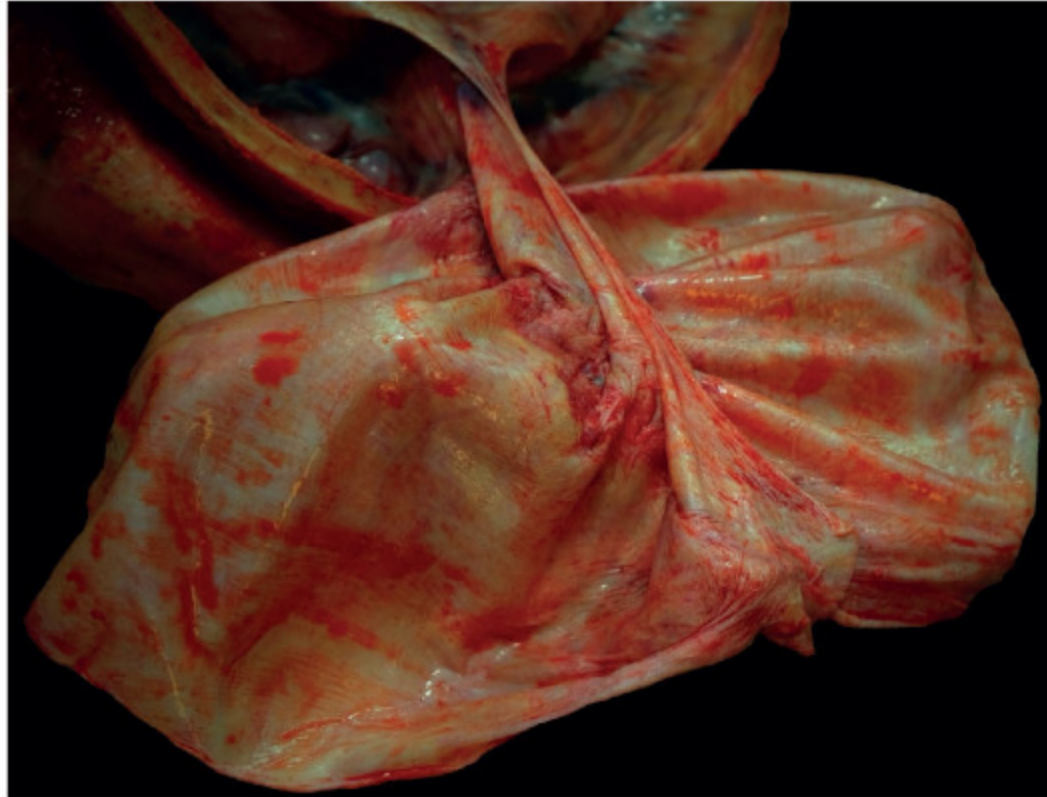


Figura 2.2. *Dura mater* și *falx cerebri*
(Colecția Institutului de Medicină Legală Iași)

Marginea superioară, convexă, este *fixată* de suprafața internă a calvariei, în regiunea mediană, iar posterior se extinde până pe suprafața protuberanței occipitale interne.

Sinusul sagital superior (*sinus sagittalis superior*) se dispune într-un șanț cranian intradural, coasa creierului fiind atașată de buzele șanțului, pe care îl transformă într-un canal.

Marginea inferioară a coasei creierului este *liberă*, concavă și conține *sinusul sagital inferior* (*sinus sagittalis inferior*).

Coasa cerebelului (*falx cerebelli*) este o prelungire mediană, de dimensiuni mici, a *durei mater*, situată sub nivelul cortului cerebelos, în etajul posterior al craniului, care se proiectează în incizura cerebeloasă posterioară, între emisferele cerebeloase.

Baza este orientată cranial și se inseră pe linie mediană în partea posterioară a suprafeței inferioare a cortului cerebelului, de care aderă.

Marginea posterioară conține *sinusul occipital*, este convexă și se inseră pe creasta occipitală internă.

Vârful coasei cerebelului, orientat vertical, se împarte în două falduri mai mici, care dispar în apropierea *foramen magnum*.

Diafragma selară (a șei turcești; *diaphragma sellae*) este o prelungire scurtă, circulară și orizontală a *durei mater*, care formează peretele superior al șei turcești și care, deseori, acoperă aproape în totalitate glanda pituitară.

La acest nivel, infundibulul și tija pituitară trec în fosa pituitară printr-un orificiu de dimensiuni variabile, situat central.

În trecut, chirurgia hipofizei folosea ca reper important diafragma selară, deoarece extinderea cranială a unui neoplasm hipofizar constituia reper pentru abordul subfrontal prin craniotomie.

În prezent, abordarea transsfenoidală este opțiunea preferată, indiferent dacă există sau nu extensie supraselară.

Cortul cerebelos (tentorium cerebelli) are dispoziție orizontală și se interpune între fața superioară a cerebelului și fața inferioară a lobilor occipitali, împărțind cavitatea craniană în *compartimentul supratentorial* și *infratentorial*, care conțin structuri derivate din *prozencefal* și, respectiv, *rombencefal* (figura 2.3).

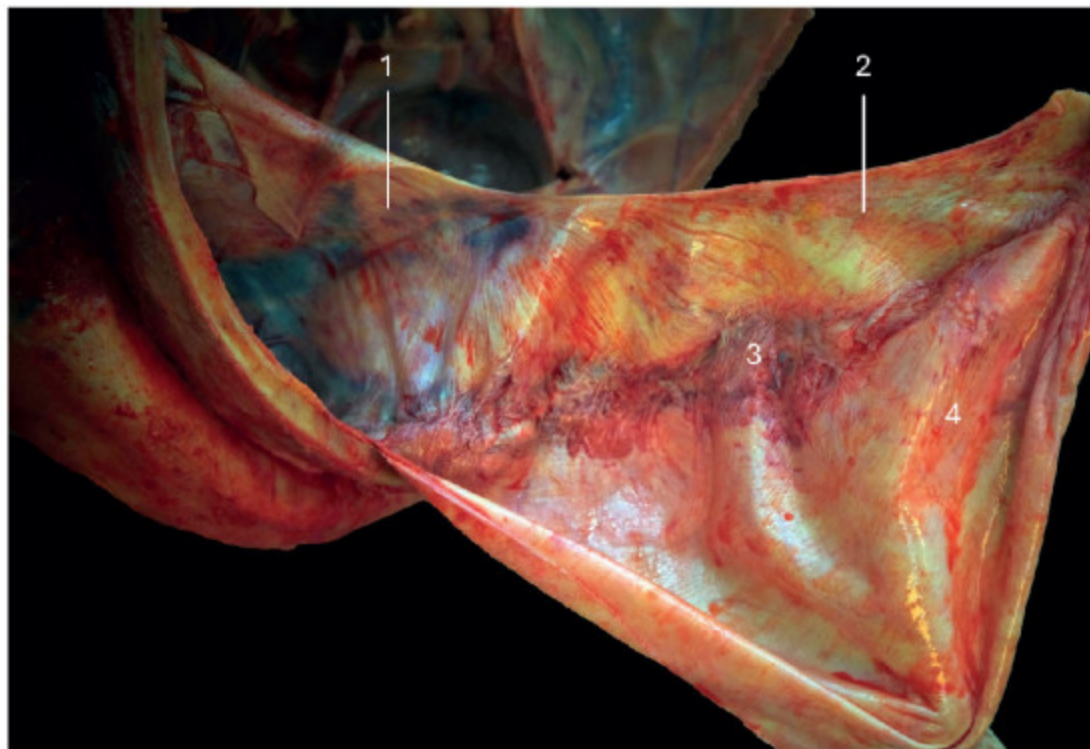


Figura 2.3. *Tentorium cerebelli*: 1 – *tentorium cerebelli*, 2 – *falx cerebri*, 3 – sinusul sagital superior, 4 – *dura mater reflectată*
(Colecția Institutului de Medicină Legală Iași)

Marginea anterioară, concavă, este separată de *spătarul* (lama verticală) *șei turcești* (*dorsum sellae*, lama patrolaterală) a osului sfenoid prin *incizura tentorială*, ocupată de mezencefal și partea anterioară a peretelui superior al vermisului, liberă la acest nivel.

Posterior, cortul cerebelos închide *sinusul transvers*, inserându-se pe buzele șanțului transvers al osului occipital și pe unghiurile posteroinferioare ale oaselor parietale.

Lateral, se continuă până la marginile superioare ale porțiunii pietroase a osului temporal, conținând la acest nivel *sinusurile pietroase superioare* [2].

Cortul cerebelos formează un *reces (cavum Meckeli, peștera lui Meckel)* între straturile endosteale și meningeale, ce conține rădăcinile și ganglionul nervului trigemen, în apropierea vârfului stâncii temporalului, în imediata apropiere a sinusului pietros superior. Stratul meningeal fuzionează rostral cu partea anterioară a ganglionului trigeminal, fiind la acest nivel evaginat anterolateral [1-2].

Sistemul sinusurilor venoase durale formează o rețea complexă, interconectată de canale venoase, care drenează sângele structurilor encefalice. Sinusurile venoase se găsesc între straturile endosteale și meningeale ale *durei mater*, prezentând caracteristici specifice (căptușite de endoteliu, neprevăzute cu valve, pereți lipsiți de țesut muscular).

La adult, majoritatea sinusurilor durale păstrează mai mult sau mai puțin aranjamentul inițial de tip plexiform. În primii ani de viață, structura sinusurilor venoase craniene, modelul plexiform și conexiunile cu venele cerebrale și cerebeloase variază considerabil, dar aceste variații nu pot fi detaliate într-un context general și trebuie evaluate pentru fiecare individ prin angiografie, în situații clinice bine definite [2].

Sinusuri durale comunică între ele și realizează transportul sângelui venos, drenând sângele encefalului, venele emisare și LCR din spațiul subarahnoidian și bulbul superior al *veneii jugulare interne*, localizat în foramenul jugular.

În funcție de localizare și de felul în care drenează, sinusurile venoase durale sunt grupate în două categorii majore:

- *grup superoposterior* (sagital superior și inferior, drept, transvers, sigmoidian, pietroscuamos, occipital);
- *grup inferoanterior* (cavernos, intercavernos anterior și posterior, sfenoparietal, pietros superior și inferior, plexul bazilar) [1-2].

Sinusul sagital superior (sinus sagittalis superior) este încorporat în marginea superioară, convexă, a *falx cerebri*, într-un șanț ce se continuă de pe *crista galli* a osului frontal pe marginile mediale ale oaselor parietale și ajunge pe partea scuamoasă a osului occipital, la nivelul protuberanței occipitale interne, descriind un traseu semicircular. Originea sinusului sagital superior este în fosa craniană anterioară, pe linia mediană, la câțiva milimetri posterior de *foramen caecum*, primind *veneii frontale ascendente*.

Sinusul sagital superior are formă triunghiulară pe secțiune transversală și este străbătut de benzi de dimensiuni variabile, provenite de la pereții durali, care împart lumenul într-un canal superior și unul inferior.

La extremitatea anterioară, în porțiunea inițială, sinusul sagital superior este îngust și se lărgeste treptat posterior, datorită afluxului venos, ajungând la aproximativ 1 cm diametru.

La extremitatea posterioară, în porțiunea distală, sinusul sagital superior pătrunde în confluența sinusurilor, situată de obicei în dreapta protuberanței occipitale.

Sinusul sagital superior primește *veneii cerebrale superioare* și comunică prin orificii mici cu lacunele venoase situate adiacent în *dura mater*, pe fiecare parte a liniei mediane, denumite după osul la nivelul căruia se găsesc *lacune frontale* (cele mai mici), *lacune parietale* (cele mai mari) și *lacune occipitale* (intermediare ca dimensiune). Aceste spații venoase sunt complexe, aproape plexiforme, datorită benzilor fibroase care le străbat și a numeroaselor *granulații arahnoidice* care se proiectează la nivelul lor. Lacunele drenează *veneii diploice* și *meningeale*. La bătrânețe, lacunele tind să conflueze, constituind două lacune alungite de o parte și de alta a liniei mediane.

În apropierea extremității posterioare, sinusul sagital superior primește vene de la pericraniu, care cresc debitul sanguin (figura 2.4).

Sinusul sagital inferior (sinus sagittalis inferior) este localizat în jumătatea posterioară a marginii libere a *falx cerebri*, crescând caudal în dimensiuni, prin acumularea de vene mici; se termină în *sinusul drept*, colectând vene de la coasa creierului și, uneori, de pe fețele mediale ale emisferelor cerebrale.