

An anatomical diagram showing a cross-section of the brain's meninges and the circulation of cerebrospinal fluid. The diagram is divided into several layers: the outermost layer is the dura mater (yellowish, textured), followed by the arachnoid mater (green, web-like), and the innermost layer is the pia mater (red, thin). The subarachnoid space (blue) contains cerebrospinal fluid. The diagram illustrates the flow of fluid from the choroid plexus (green, tree-like structures) into the subarachnoid space, and its exit through the great cerebral vein (red) into the venous system. The central canal of the spinal cord is also shown, containing cerebrospinal fluid. The brain tissue is shown in pinkish-red.

# **Anatomia funcțională a învelișurilor creierului. Circulația lichidului cefalorahidian**

*Autor: Dumitru Batîr, conferențiar universitar*

# Scopul și caracteristica motivațională.

- De a familiariza studenții cu date generale despre structura, topografia și rolul funcțional al meningelor cerebrale și rahidiene. Informația primită este necesară pentru a înțelege fiziologia sistemului nervos central, precum și la studierea bolilor nervoase și neurochirurgiei.

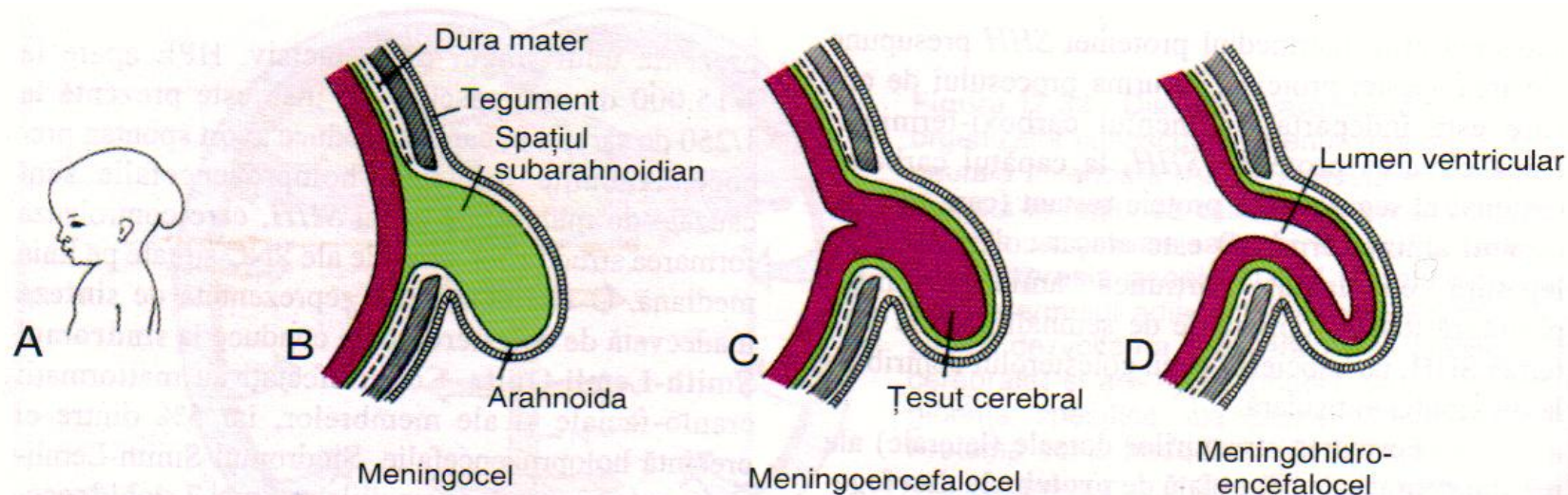
# Momentele principale ale prelegerii

- Ontogeneza meningelui rahidian și al encefalului.
- Meningele rahidian; spații intermeningiene.
- Meningele encefalului; spații intermeningiene.
- Lichidul cerebro-spinal; producerea, circulația, absorbția și importanța lui fiziologică.
- Bariera hemato-cefalică și hemato-lichidiană.

# Ontogeneza meningelui rahidian și al encefalului

- Meningelor cerebrale le revine un rol deosebit în fiziologia și patologia sistemului nervos central.
- Se disting 3 învelișuri ale creierului; de la exterior la interior; *dura mater*, *arahnoida* și *pia mater*. În clinică *dura mater* – pahimeninge; iar *arahnoida* și *pia mater* împreună – leptomeninge; de aici și formele nosologice de: inflamație pahimeningită și leptomeningită.
- Învelișurile creierului au o dezvoltare timpurie. Spre sfârșitul primei, începutul lunii a 2-a a vieții intrauterine în jurul porțiunii rahidiene și cefalice a tubului neural apare un țesut conjunctiv embrionar, care se formează din mezenchima somitelor.

- Acest țesut se răspândește inițial pe partea ventrală, apoi din cele laterale și în sfârșit pe cea posterioară a tubului neural. În a 2-a jumătate a lunii a II țesutul din preajma tub. neural se diferențiază în 2 straturi. **Stratul extern** devine mai dens și va da naștere *pahimeningelui*. După o diferențiere ulterioară din **stratul intern** se va dezvolta *arahnoida și pia mater* (tunica vasculară). Așa dar, arahnoida și pia mater (leptomeningele) au tangențe nu numai funcționale dar și de proveniență. În procese patologice, de obicei, sunt antrenate împreună.



**Figurea 17.35** **A.** Imagine de profil a unui copil care prezintă un defect în regiunea occipitală a cutiei craniene, prin care herniază meningele și/sau țesutul neural. **B-D.** Desene care ilustrează diferite tipuri de malformații craniene în care meningele (meningocel; **B**) sau meningele împreună cu țesut neural (meningoencefalocel, **C**; meningohidroencefalocel, **D**) herniază printr-un defect al structurilor osoase. Aceste anomalii apar de obicei în regiunea occipitală, dar pot afecta și alte zone ale cutiei craniene, cum ar fi regiunea fronto-nazală. În majoritatea cazurilor aceste malformații sunt cauzate de închiderea anormală a tubului neural și multe dintre ele pot fi prevenite prin administrarea de acid folic ( $400 \mu\text{g}$  pe zi) la mamă înainte de concepție și în timpul sarcinii.





**Figura 17.36** Făt cu meningoencefalocel occipital de dimensiuni mari. Unii nou-născuți cu defecte mai mici pot supraviețui dacă se intervine chirurgical, iar gradul deficitului neurologic depinde de volumul de țesut neural care este anormal sau distrus.

# Pahimeningele rahidian

- Pahimeningele rahidian (dura mater spinalis) prezintă o membrană de țesut conjunctiv dens ce învelește maduva la exterior. Fasciculele de țesut conjunctiv au o orientare preponderent longitudinală. Este bogat inervată și bine vascularizată.
- Topografic constă din: stratul extern ce tapetează la interior canalul vertebral și are rolul de periost al acestuia numit – endorahis și stratul intern sau pahimeningele rahidian propriu zis, care găzduiește măduva spinării, lichidul cerebro-spinal, rădăcinile anterioare și posterioare ale nervilor spinali. Limitele sacului meningeal sunt cea superioară – marginea orificiului occipital mare; cea inferioară se termină cec la nivelul vertebrei II sacrale.



- Între stratul extern și cel intern există spațiul epidural umplut cu țesut celuloadipos și conține plexul venos vertebral intern.

Factorii ce contribuie la fixarea sacului meningeal în canalul vertebral:

- Țesutul conjunctiv adiacent.
  - Pahimeningele acoperind rădăcinile nervilor spinali concrește cu periostul orificiilor intervertebrale.
  - Prezența unor septuri între stratul extern și cel intern al pahimeningelui numite ligamente ventrale, dorsale și laterale.
  - P/m se sudează pe margina orif. occipit. mare.
- 
- Fața internă a pahimeningelui este tapetată cu un strat de celule poligonale de tip endotelial.
  - Arahnoida – subțire, semitransparentă însă compactă. Histologic constă din 5 substraturi. Baza ei o constituie țesutul conjunctiv acoperit la interior și exterior cu arahnoendoteliu.

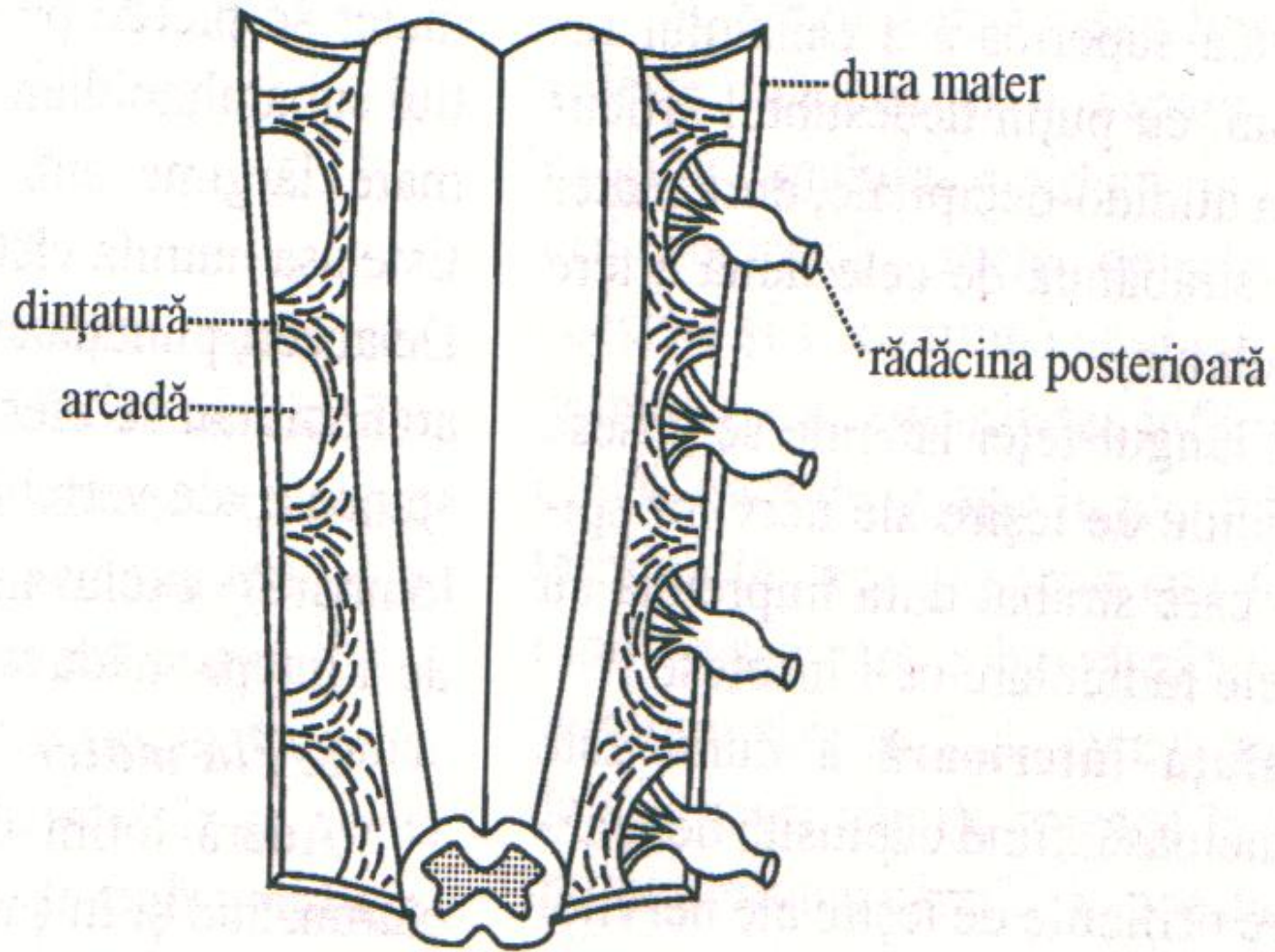
- **Tunica vasculară** (pia mater) este mai bine dezvoltată ca cea a encefalului. Constă din 9 substraturi dintre care cel extern este endotelial și limitează spațiul subarahnoidian. În rest este constituită din fibre elastice și de colagen ce conțin un număr mare de vase sanguine. În structura membranei vasculare (pia mater) a meningelui rahidian și al encefalului se disting 2 straturi:

pia intimă – aderentă la țesutul nervos care împreună cu vasele sanguine pătrunde în interiorul creierului și stratul extern epi pia pe fața externă a căreia sunt plasate vasele sanguine.

Între arahnoidă și pia mater este situat spațiul subarahnoidian (*cavitas subarahnoidalis*) umplut cu lichid cefalorahidian (LCR). La extremitatea inferioară spațiul se prezintă mai lărgit și se numește cisterna terminală – folosită în scopuri practice pentru colectarea lichidului CR sau de efectuare a anesteziei.

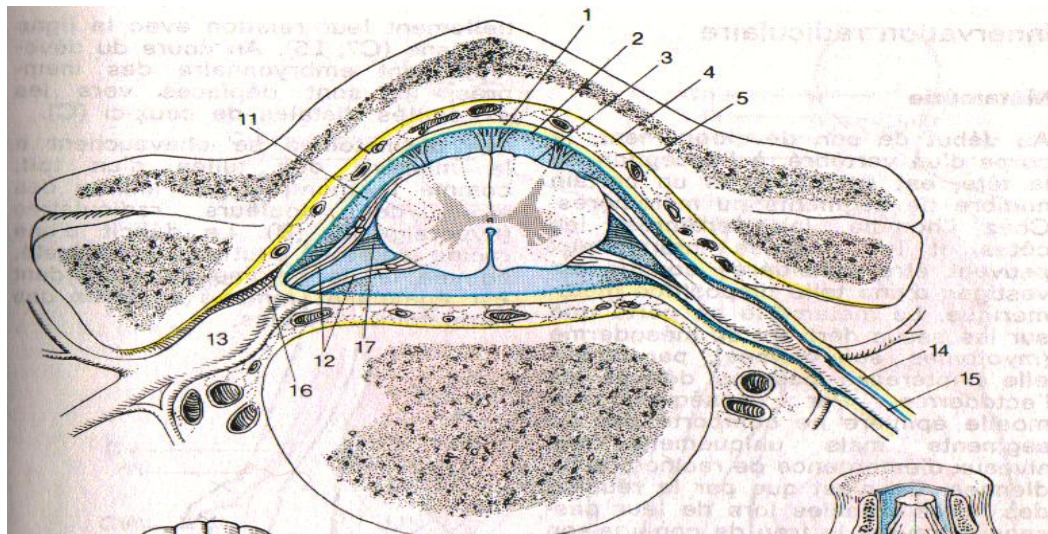
# Factorii ce mențin măduva spinării în sacul meningeal:

- Prezența ligamentelor denticulate. Niște lamele ale tunicii vasculare situate în plan frontal între rădăcinile anterioare și cele posterioare ale nervilor spinali. Ele sunt în număr de 20-30 și sudează măduva pe de o parte cu arahnoida și dura mater de cealaltă.
- Prezența unui sept de țesut conjunctiv situat în plan sagital de a lungul șanțului median posterior, care unește măduva spinării cu arahnoida.
- Existența în spațiul subarahnoidian a fasciculelor inconstante de țesut conjunctiv ce unesc tunica vasculară cu arahnoida.

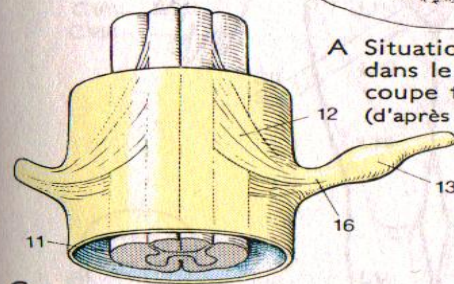




- Prezența factorilor enumerați, precum și existența țesutului celuloadipos și a plexurilor venoase din spațiul epidural, a lichidului cefalorahidian din spațiul subarahnoidian, protejează măduva spinării de acțiunea traumatică a factorilor externi (vibrații, izbituri, mișcări brusce etc.) și nu permit strangularea măduvei spinării în timpul mișcărilor coloanei vertebrale.

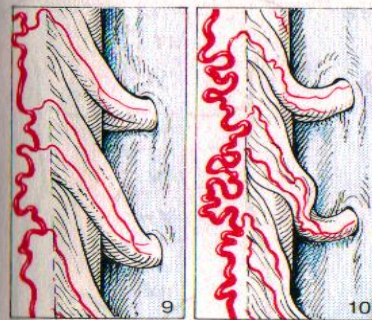
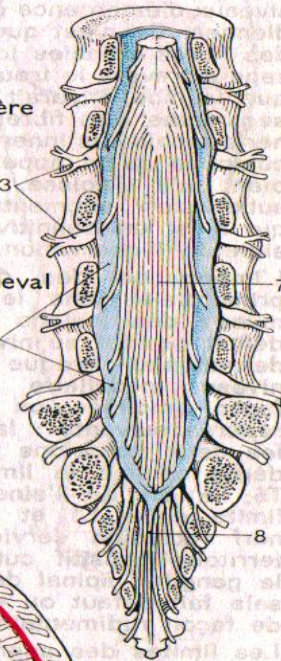


A Situation de la moelle épinière dans le canal rachidien; coupe transversale (d'après Rauber-Kopsch)

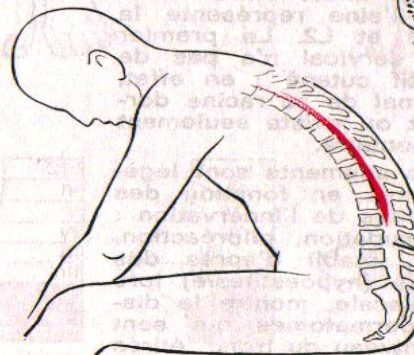


C Racine, nerf et ganglion rachidiens, vue postérieure

B Queue de cheval



D Moelle cervicale lors de la flexion et de l'extension du cou (d'après Breig)



E Ponction lombaire





# Meningele cerebrale

- Pahimeningele encefalului se deosebește printr-o densitate și duritate sporită. Grosimea lui în regiunea calvariei atinge 0,7 – 1,0 mm, iar la baza craniului 0,2 – 0,5 mm. La el se disting 2 foițe de obicei concrescute între ele. Foița externă îndeplinește rolul de periost al oaselor craniului, iar cea internă constituie învelisul encefalului.
- **Foița externă** concrește neuniform cu oasele craniului: mai dur se unește cu baza internă mai lax cu fața internă a calvariei. Această particularitate de structură în caz de traume cu lezarea vaselor sanguine duce la formarea hematomelor epidurale cu localizare între fața internă a calvariei și fața externă a pahimeningelui. Aceste acumulări de sânge duc la comprimarea creierului și apariția unor simptome caracteristice (bradicardie, pierderea conștiinței, schimbări de respirație etc).

- În regiunea bazei craniului aceste hematome nu se răspândesc din cauza atașamentului dur al pahimeningelui către oasele endobazei și concreșterea lui cu nervii cranieni .

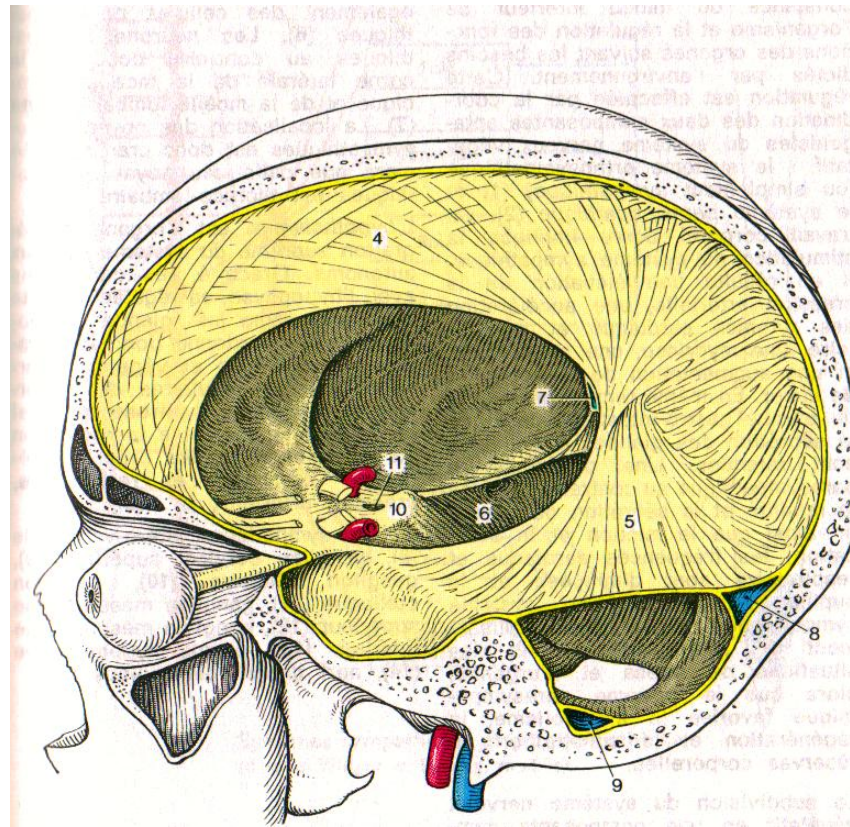
**De menționat că spațiul epidural existent la meningele rahidian aici nu există.**

- Fața internă a pahimeningelui este netedă glisantă, lucioasă; umectată de o cantitate mică de lichid ce umple un spațiu capilar (foarte îngust) numit spațiul subdural. Mulți autori indică la prezența în acest spațiu a unor formațiuni celulare numite neuroepiteliu subdural. Există părerea ca în caz de formare a hematomelor subdurale neuroepiteliul subdural proliferază și contribuie la formarea neomembranelor ce limitează răspândirea hematomelor.
- La copii lama externă a pahimeningelui are funcție de osteogeneză și este atașată dur pe toată suprafața craniului, mai cu seamă în regiunea suturilor și fontanelor unde sunt zonele de creștere a oaselor.

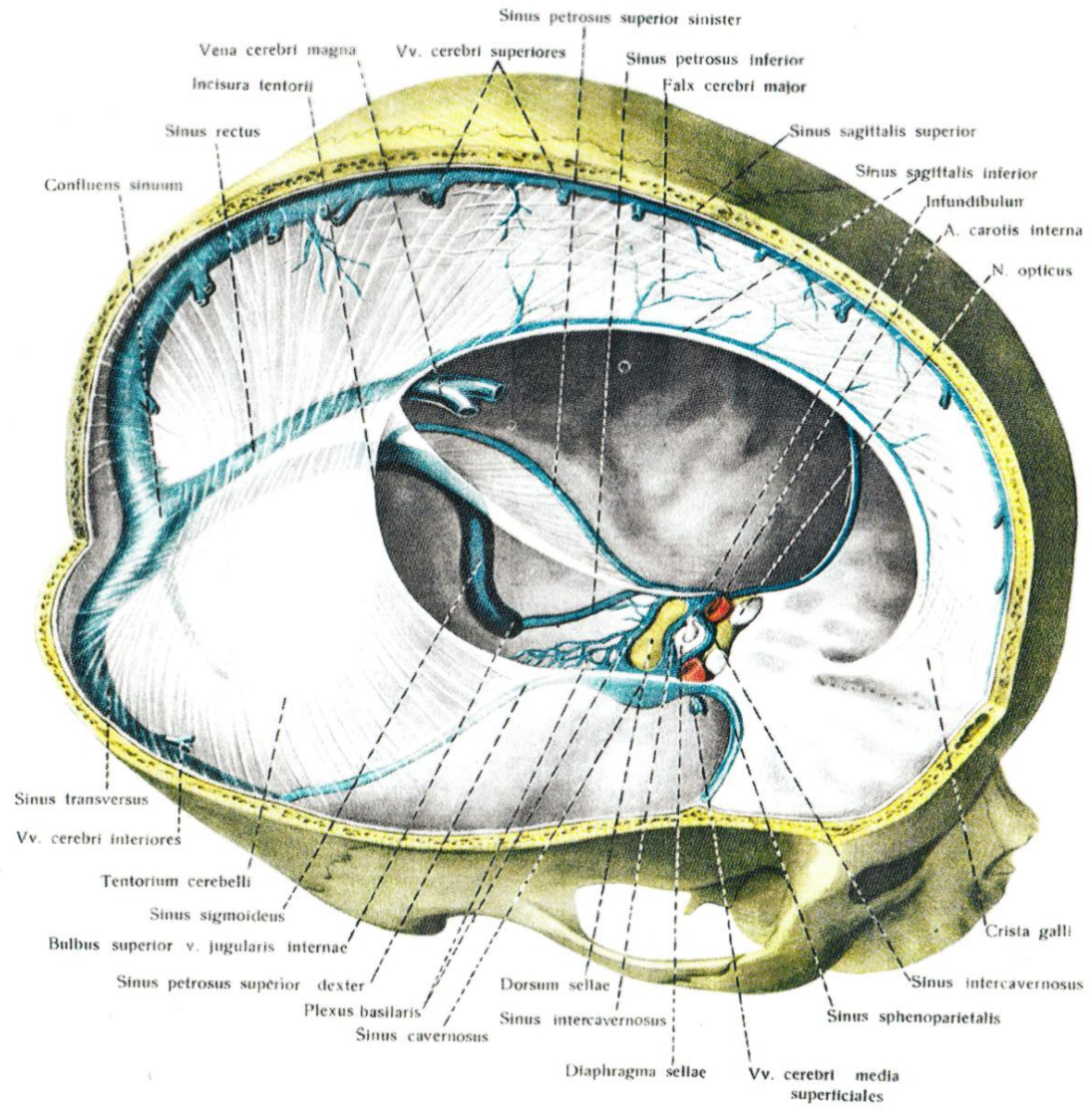


# Pahimeningele encefalului prezintă o serie de particularități structurale:

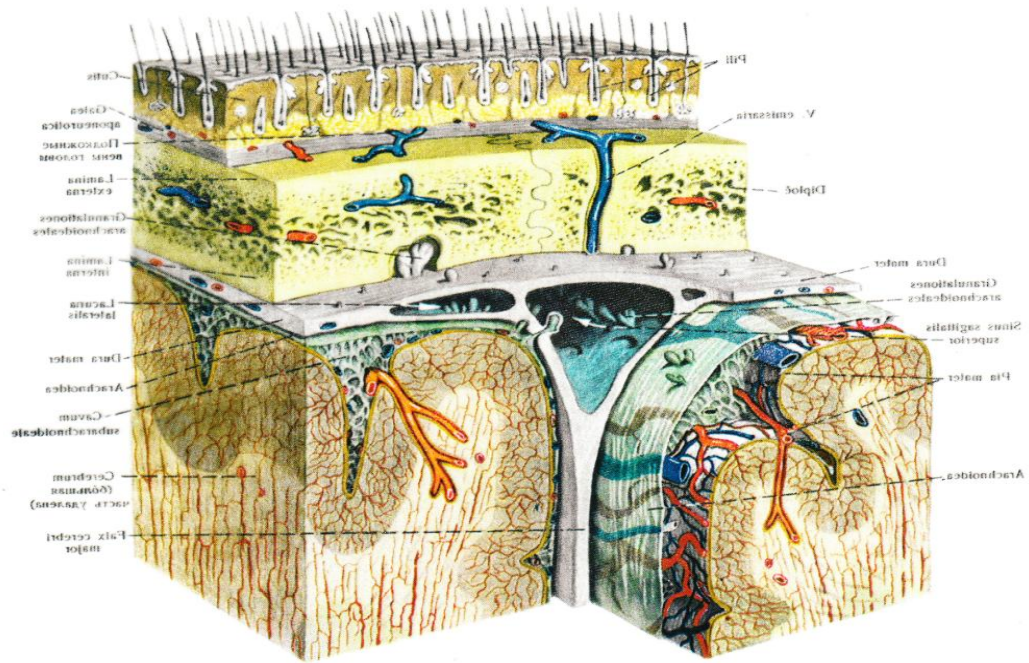
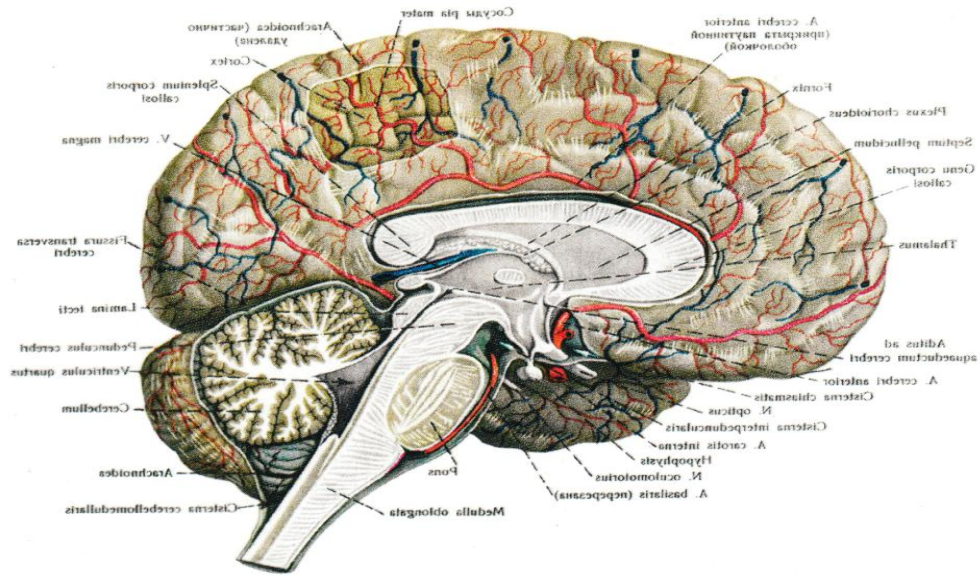
- Formează o serie de septuri (apofize) ce îndeplinesc funcții de stabilizare pentru encefal. (demonstrate la lucr. practice)

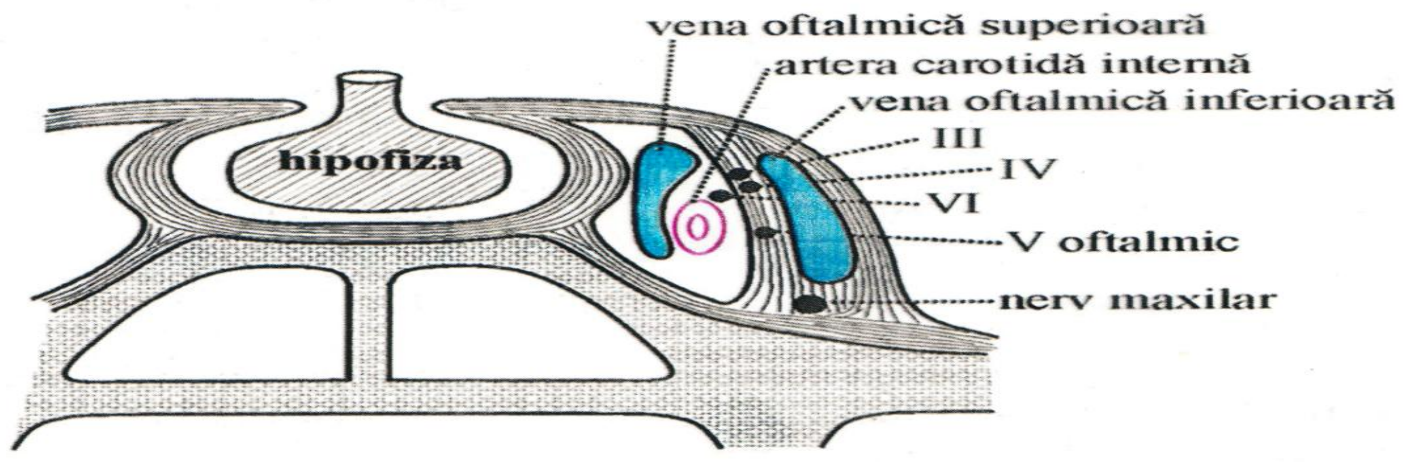
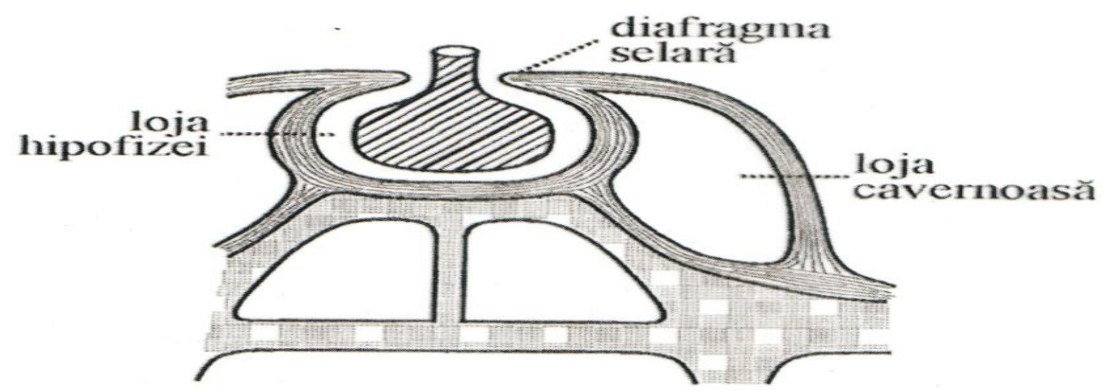
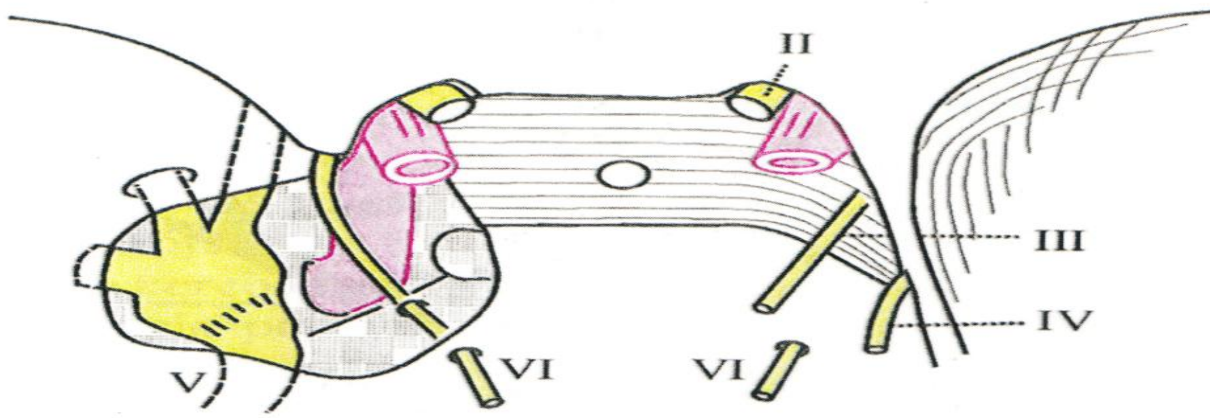


- În locurile de inserție de oasele craniului pahimeningele se dedublează și formează sinusuri venoase ce colectează sângele venos de la encefal. Pereții sinusurilor sunt duri, nu prolabează și din interior au înveliș endotelial. În interiorul lor există dispozitive anatomice (trabecule, septuri) care reglează direcția de scurgere a sângelui (Baleasov, 1950).











- **Pereții laterali** ai sinusurilor posedă multiple orificii (mai des în sinusul sagital superior) care comunică cu lacunele laterale (cavități umplute cu sânge) în care se varsă venele superficiale ale creierului. Lacunele laterale, la rândul lor, comunică cu vene emisare (comunicante) și cele diploice prin intermediul cărora se efectuează legătura între sistemul venos intracranian cu cel extracranian (vene externe ale capului). Aceste comunicări au importanță funcțională în reglarea presiunii intracraniene.

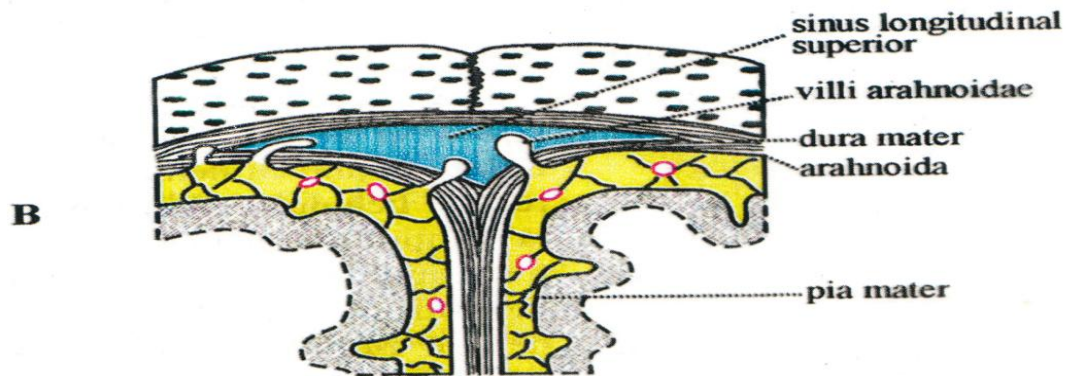
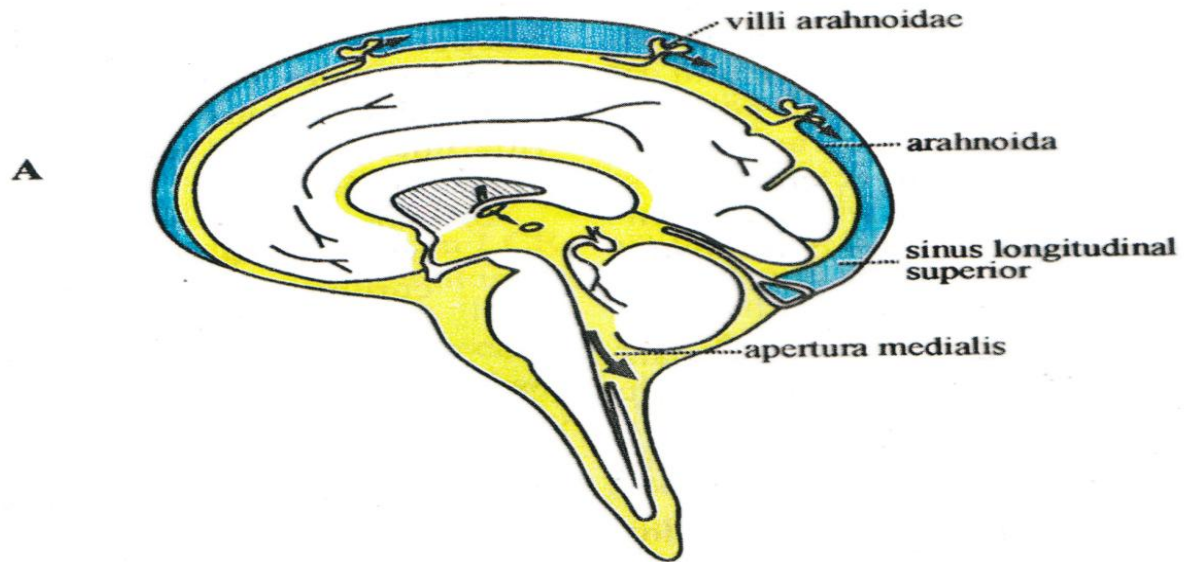
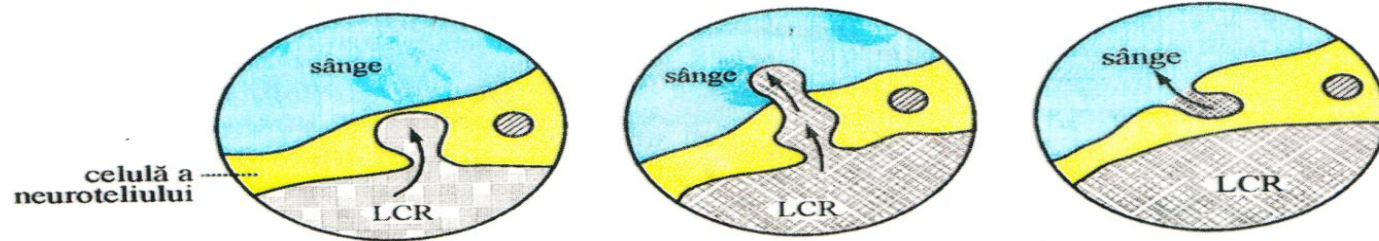
**Pahimeningele encefalului posedă un sistem vascular propriu și este bine inervat.** În el se destinge:

1. Rețeaua capilară externă;
2. Rețeaua arterio-venoasă;
3. Rețeaua venoasă internă.

•Studiul detaliat al inervației pahimeningelui a fost efectuat de fondatorul și conducătorul de mai mulți ani al catedrei de anatomie a instituției în care vă faceți studiile – de profesorul **B. Z. Perlin**.

# Arahnoida encefalului

- Arahnoida encefalului – subțire semitransparentă, se află la interior de pahimeninge și se desparte de ultimul prin stratul subțire de neuroepiteliu subdural. Se aranjază deasupra circomvoluțiunilor și șanțurilor dintre ele. De regulă în vecinătatea sinusurilor pahimeningelui și lacunelor laterale formează excrescențe numite **granulații arahnoidiene** – dispozitive anatomice ce participă la scurgerea lichidului cefalo-rahidian în patul venos sanguin.



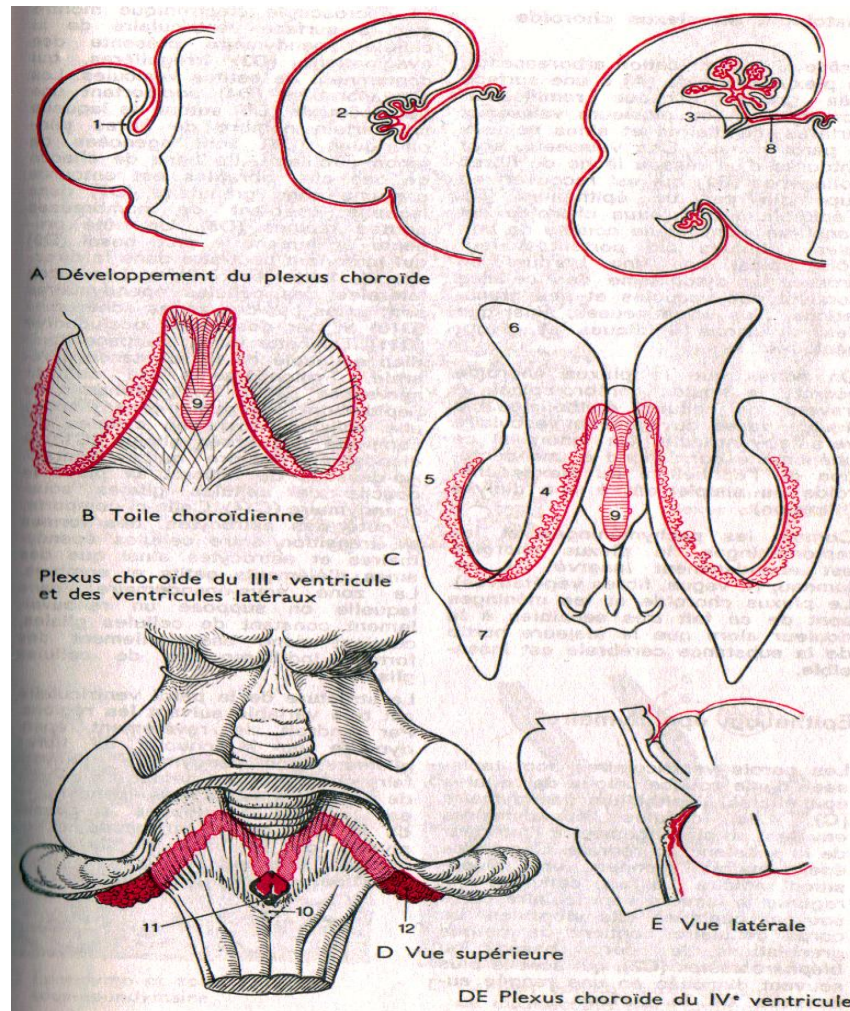
# Tunica vasculara

- Tunica vasculară (pia mater) a encefalului constă din țesut conjunctiv lax cu un conținut bogat de vase sanguine ce pornesc spre encefal. Ea este aderentă la țesutul nervos și pătrunde în scizurile și șanțurile acestuia. Împreună cu ramificațiile vaselor sanguine pătrunde în interiorul țesutului cerebral formând în jurul lor (a vaselor) un manșon adventicial. Datorită mișcărilor pulsative ale vaselor între peretele vascular și manșonul adventicial se formează spații perivasculare tapetate cu endoteliiu.

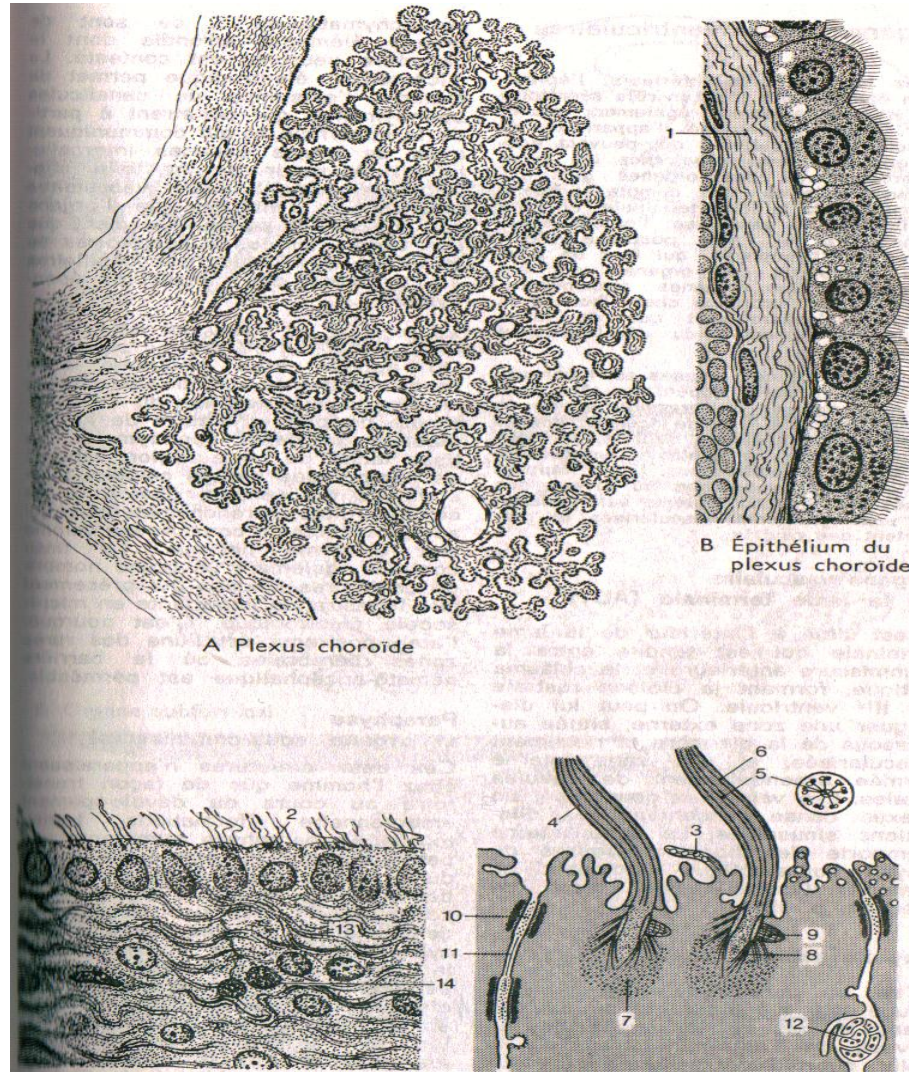


- Aceste spații au fost studiate la sfârșitul secolului XIX de Roben și Virhov și poartă denumirea respectivă – **spațiile Roben-Virhov**. Ele se răspândesc și în regiunea capilarelor sanguine (sp. pericapilare) și chiar în jurul celulelor nervoase (spații pericelulare). Spațiile sunt umplute cu lichid cefalo-rahidian și prezintă cele mai mici căi de scurgere a lui spre spațiul subarahnoidian.
- O particularitate importantă a tunicii vasculare este că ea, împreună cu vasele sanguine, pătrunde în ventriculele cerebrale formând aici plexuri coroidale care produc lichid cefalorahidian intraventricular.

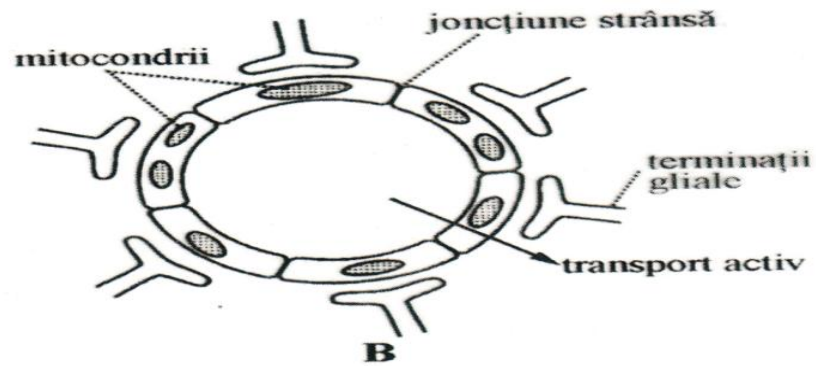
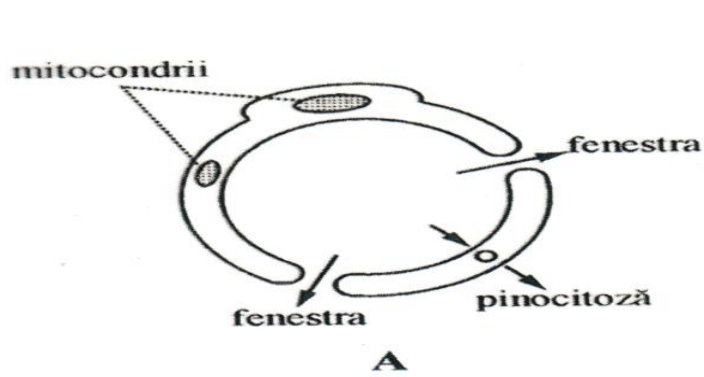
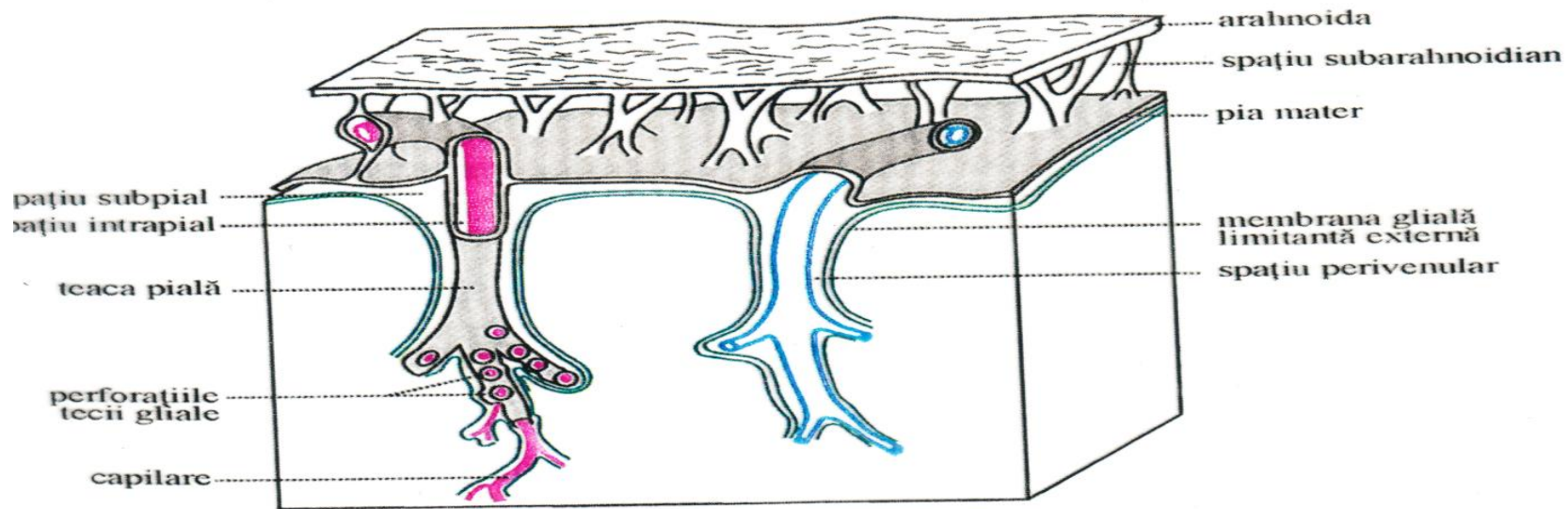
# Plexurile coroidale ale ventriculilor cerebrale



# Ultrastructura plexurilor ventriculare







# Spațiul subarahnoidian

- Spațiul subarahnoidian – se afla între tunica vasculară și arahnoidă și este umplut cu lichid LCR, de numeroase septuri și trabecule.
- Acest spațiu se divide în **sistemul de vase** (canale) de scurgere a lichidului și **sistemul celulelor subarahnoidale** ce au forma fagurelor de miere ce comunică cu sistemul canalicular. Mulți autori sunt de părerea ca aceste celule au funcție trofico-protectoare. Arahno-endoteliul ce le tapetează posedă capacitatea de a acumula și transforma substanțele pătrunse în licvor. Reacția de protecție se manifestă și prin transformarea lor în macrofagi.

**Sistemul canalicular** este format din vase cu diametrul de 3-4 mm până la 20-30 microni și cu scurgere în cisternele subarahnoidale. Aceste cisterne prezintă dilatări ale spațiului subarahnoidan amplasate, de regulă, în locurile cele mai vulnerabile ale creierului.

**Din ele vom menționa:**

- Cisterna cerebello-medulară;
- Cisterna laterală a creierului;
- Cisterna chiasmatică;
- Cisterna interpedunculară și altele.



# Lichidul cefalorahidian (LCR)

- Este un lichid ce umple sistemul ventricular al creierului și spațiul subarahnoidian. În mod normal este absolut transparent, cu greutatea specifică 1,005. Conține săruri aproximativ în același raport cu plasma sanguină, iar proteine de 10 ori mai puține ca în plasma. La oamenii maturi el constituie aproximativ 10% din masa creierului, adică 135-140 ml. Din această cantitate 25-30 ml se află în sistemul ventricular, 25-30 ml, în cisterna terminală a măduvei spinării, iar restul în spațiul subarahnoidian.
- Nictimeral (în 24 ore) se produce circa 550 ml de LCR, prin urmare el se înnoiește peste fiecare 6 ore, adică de 4-5 ori timp de 24 ore. În unele afecțiuni (hidrocefalea) cantitatea de lichid produsă nictimeral poate ajunge până la 800-1000 ml.

# Căile de producere a LCR

- În rezultatul ultrafiltrației și activității secretoare a plexurilor coroide din ventriculele cerebrale. Suprafața epiteliului plexurilor coroide are aproximativ 200cm<sup>2</sup>.
- A doua sursă de producere sunt spațiile perivascularare și pericelulare (Roben-Virhov) de pe suprafața creierului de unde LCR se varsă direct în spațiul subarahnoidian.
- Există și părerea producerii acestui lichid în tecile perineurale ale nervilor.
- Producerea LCR este un proces activ și poate fi dirijat prin administrarea diferitor medicamente care pot fortifica sau inhiba producerea lui.

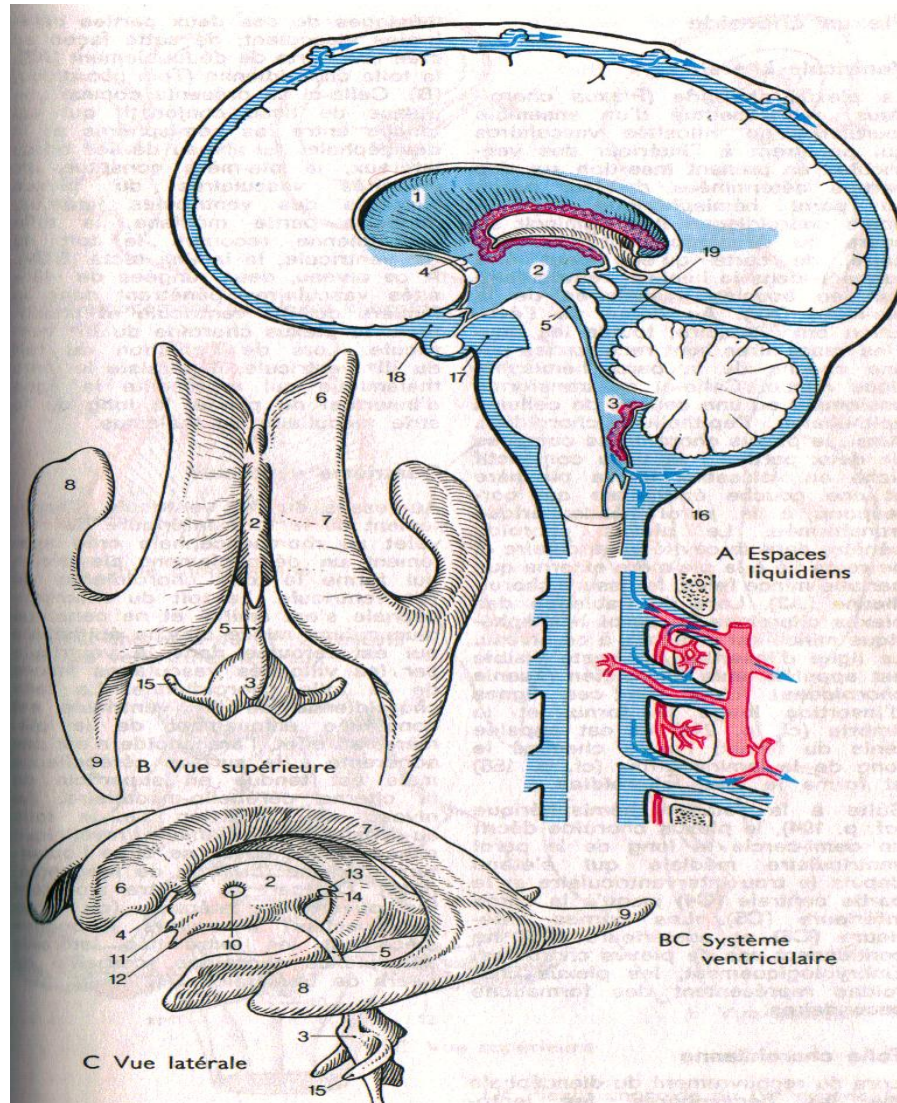
# Care este soarta ulterioară a LCR?

- După ce iriga ventriculele cerebrale și spațiul subarahnoidian el se absoarbe în sistemul venos cu ajutorul dispozitivelor speciale – **numite granulații arahnoidiene** (granulațiile pahion) care se implantează direct în sinusurile pahimeningelui, mai cu seamă în cel sagital superior și lacunele lui laterale.
- De unii autori sunt recunoscute și calea limfatică și cea perineurală de scurgere a lichidului cefalorahidian.

# Factorii ce contribuie la circulație!

- LCR se mișcă prin sistemul ventricular și spațiul subarahnoidian, datorită presiunii hidrostatice obținute la formarea lui, datorită mișcărilor pulsative ale creierului, schimbarea gradientelor presiunii intracraniene, mișcări legate de respirație, schimbarea pozei.
- Direcția de circulație: din ventriculele laterale prin orificiul interventricular în ventriculul III – prin apeductul cerebral (Silvius) – în ventriculul IV – prin apertura mediană (Majandi) și cele laterale (Lușca) – în cisterna cerebello-medulară a spațiului subarahnoidian.

# Ventriculele cerebrale



# Importanța LCR.

- Are funcții trofico-protectoare:
- Fiind înconjurat de “pernuța” de lichid C.R. creierul “plutește” în el, iar factorii traumatici externi ajung la el slăbiți. Greutatea reală de 1400 gr este de circa 50 gr.
- LCR asigură constanța presiunii intracraniene și a presiunii osmotice în țesutul nervos.
- Îndeplinește funcția de transport a substanțelor metabolice.
- Asigură homeostaza hidro-electrolitică în țesutul nervos.
- Participă la procesele neuroendocrine și neurohumorale.

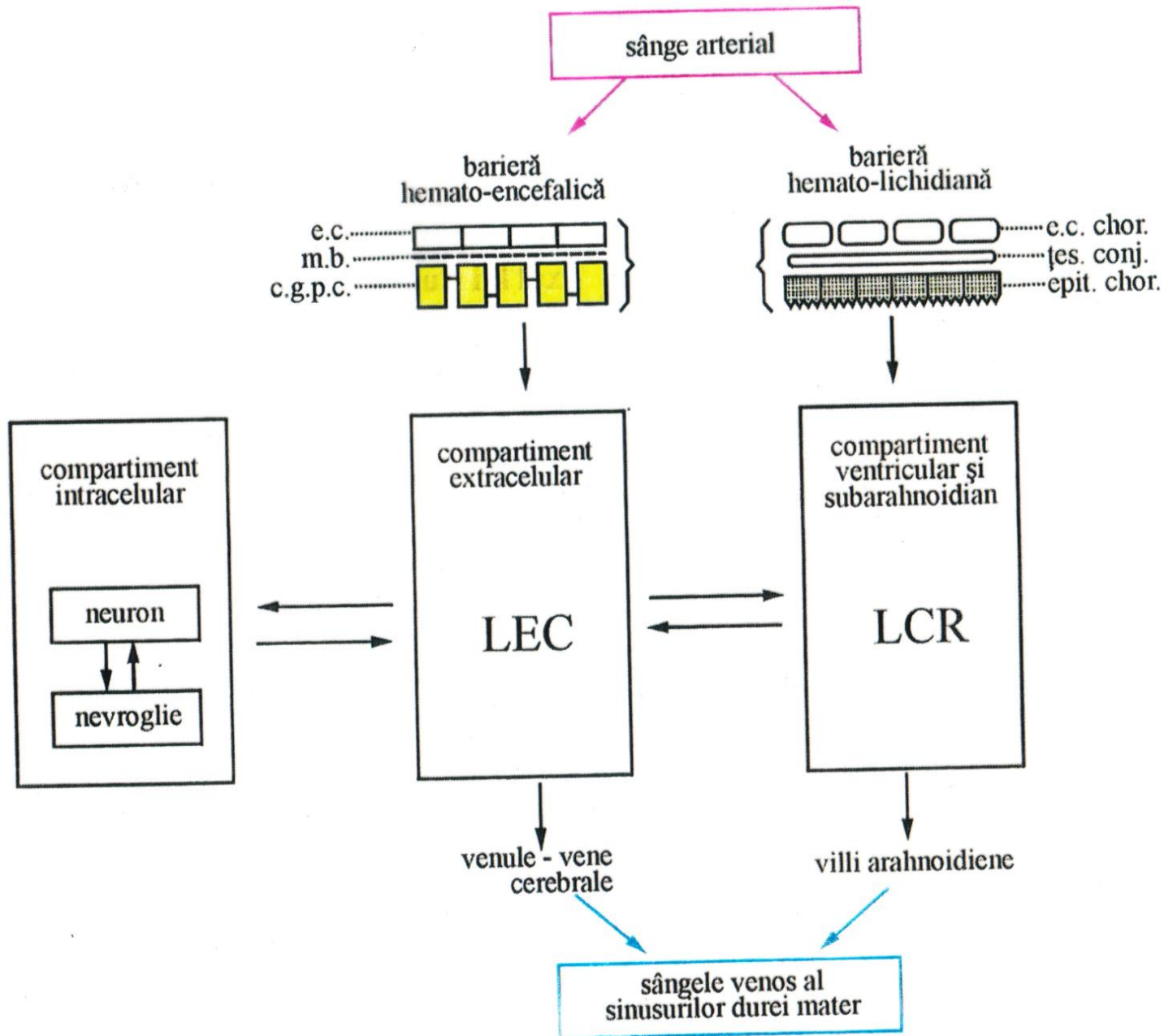
# Bariera hemato-encefalică (BHE).

- Sa constatat că elementele ce produc LCR sunt permeabile pentru unele substanțe reținând în același timp altele, protejând astfel creierul de acțiunea factorilor nocivi. BHE a fost descoperită și studiată în secolul XIX, și are importanță primordială pentru activitatea creierului. De ea depinde activitatea psihică, capacitatea mintală, dispoziția, multe stări de boală.

BHE îndeplinește 2 funcții principale:

- **Funcția trofică** – manifestată prin inadmisibilitatea penetrării în mediul “intern” al creierului a substanțelor fiziologice neadecvate pentru funcționarea normală a SNC. Aceasta se referă și la substanțele exogene și la cele endogene.
- **Funcția de reglare** – admite trecerea selectivă a hormonilor, metaboliților, fermenților care sunt necesari pentru funcționarea normală a SNC.





- **Structura BHE** diferă de cea a altor bariere histohematice prin faptul că aici se include neuroglia și plexurile vasculare (corioidale).

**Elementele structurale principale ale BHE sunt:**

- endoteliul capilarelor arteriale cu un număr redus de organele și numărul redus de vezicule micropinocitare.
- endoteliul nu este fenestrat.
- prezența membranei bazale de grosime uniformă pe tot parcursul.

Așa dar, în sistemul funcțional unic al BHE substanțele din sânge ajung spre neurocite pe două căi:

- hematogenă (principală)
- prin licvor (auxiliară).

- Conform actualei viziuni sunt descrise 2 bariere:
  - **BHE (bariera hemato-encefalică)** existență între sânge și țesutul nervos și este asigurată de endoteliul capilar cu joncțiuni strânse (etanse), de membrana bazală și celule gliale pericapilare ale spațiilor Roben-Virhov.
  - **BHL (bariera hemato-lichidiană)** între sânge și LCR asigurată de plexurile coroide tapetate de endoteliu capilar cu joncțiuni fenestrate, țesut conjunctiv de origine pială și epiteliu caroidian endodimar cu joncțiuni strânse.

Astfel creierul, care recepționează informația despre starea lucrurilor în organism și care asigură controlul tuturor organelor și sistemelor, este intrucâtva “izolat” prin bariera imunologică, care asigură autonomia relativă a țesutului nervos.

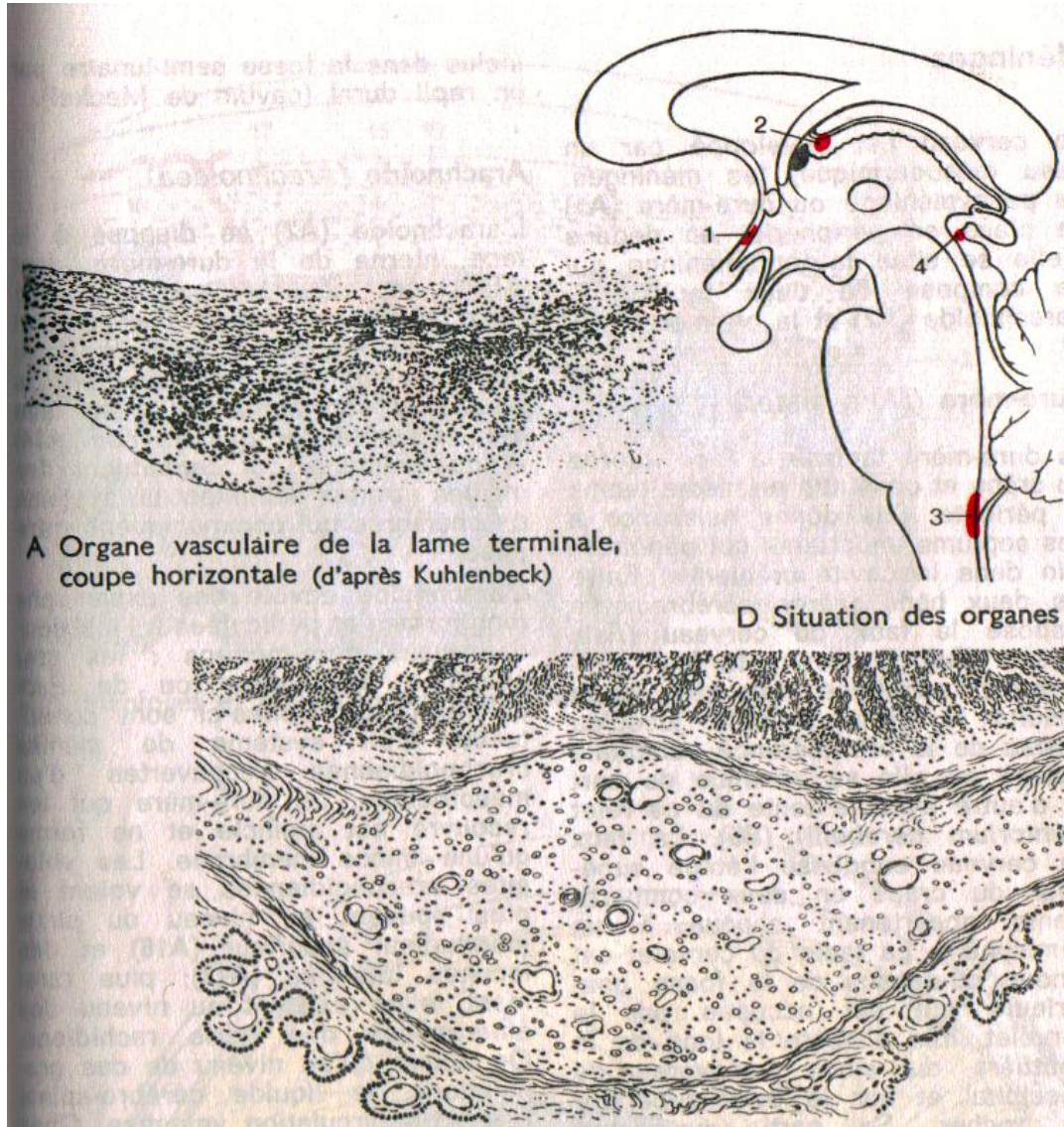
În general se admite și ipoteza că nici o substanță nu este exclusă prin bariera hemato-encefalică, dar contează doar rata de transfer a unei substanțe din plasma sangvină spre țesutul nervos.

**BHE** lipsește în 5 arii limitate ale encefalului:

- neurohipofiza și tuberul cenușiu;
- epifiza;
- organul vascular al lamei terminale;
- organul subfornical și
- aria postremă.

Toate aceste arii alcătuiesc grupul de organe circumventriculare, ele dispun de capilare fenestrate, de aceea sunt arii “excluse” de la BHE.

# Organele circumventriculare



- Funcția acestor organe nu este suficient cunoscută, sunt date care indică că ele au rol în reglarea presiunii și a componenței lichidului cefalorahidian.
- Se admite de asemenea ipoteza că ele au raport cu sistemul neuroendocrin al hipotalamusului. Desigur nu este ocazională prezența lor în zonele comunicante ale sistemului ventricular. Este însă, cunoscut că ele sunt bogat vascularizate și prezintă cavități. Nu este exclus și faptul că, având o structură cavernoasă, participă activ la reglarea circulației lichidului cefalorahidian.