

## **SISTEMUL VENTRICULAR LA NOU NĂSCUT. DATE ANATOMO-IMAGISTICE**

**ANA-NADIA SCHMIDT<sup>1</sup>, GABRIELA ZAHARIE<sup>2</sup>, FLORIN STAMATIAN<sup>2</sup>,  
TUNDE KOVACS<sup>2</sup>, DAN GHEBAN<sup>3</sup>, DAN BOITOR <sup>1</sup>, CARMEN MICU<sup>1</sup>,  
ATTILA TAMAS-SZORA<sup>1</sup>, D APOSTU <sup>1</sup>**

**1 Anatomie și Embriologie, UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca**

**2 Ginecologie I, UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca**

**3 Anatomie Patologică, UMF „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca**

### **Rezumat**

*Sistemul ventricular al creierului uman apare și se dezvoltă strâns corelat cu ontogeneza sistemului nervos central.*

*Pe parcursul dezvoltării sau postnatal ventriculii cerebrali pot deveni sediul unor boli malformative sau câștigate.*

*Neuroimaginga ultimelor două decenii a făcut posibilă explorarea creierului și a sistemului ventricular în perioada neonatală.*

*Noile metode și tehnici investigative sunt destinate diagnosticului dar și dezvoltării unor strategii intervenționale și neuroprotective. În plus, acestea oferă in vivo date anatomo-ontogenetice relevante pentru perioada pre și perinatală, vârsta gestațională a nou-născuților investigați situându-se chiar sub 26 săptămâni.*

*Prezentul articol se dorește a fi, pe lângă o trecere în revistă a unor date extrem de actuale oferite de literatura de specialitate și un "overview interdisciplinar" (sinteză corelativă) anatomo-ontogenetic, clinic și imagistic.*

**Cuvinte cheie:**nou-născut, prematur, ventriculi cerebrali, neuroimagingă

## **THE VENTRICULAR SYSTEM IN THE NEWBORN. ANATOMICAL IMAGING DATA**

### **Abstract**

*The ventricular system of the human brain appears and develops in close correlation with the ontogenesis of the central nervous system.*

*During the course of development or in the postnatal period, the cerebral ventricles can become the site of malformative or acquired diseases.*

*Neuroimaging over the past two decades has allowed the exploration of the brain and of the ventricular system in the neonatal period.*

*The new investigative methods and techniques are intended for diagnosis, as well as for the development of interventional and neuroprotective strategies. In addition, they provide in vivo anatomical-ontogenetic data relevant for the pre- and perinatal*

*period, the gestational age of the investigated newborns being even smaller than 26 weeks.*

*The aim of this article is to provide, in addition to a review of literature data of extremely high current interest, an anatomical-ontogenetic, clinical and imaging "interdisciplinary overview" (correlative synthesis).*

**Keywords:** newborn, premature, cerebral ventricles, neuroimaging

## Introducere

Afectarea creierului la nou-născut este o cauză majoră de deces sau disabilități persistente. La această vârstă creierul este extrem de vulnerabil. O largă varietate de cauze sistematizabile în hipoxic-ischemice, hemoragice și infecțioase pot avea consecințe diferite în funcție de vârsta gestațională și de regiunea afectată; diferite regiuni apărând vulnerabile selectiv la agresiune. [1]

Astfel, agresiunea hipoxic-ischemică afectează la nou-născutul la termen substanța cenușie, nucleii motori și scoarța cerebrală în timp ce, la prematuri este afectată mai ales substanța albă periventriculară. [2,3]

Creierul prematurului este, de asemenea, susceptibil la hemoragie în regiunea matricei germinale. [4,5,6,7,8]

Dezvoltarea neuroimagisticii, noile metode și tehnici performante apărute în ultima decadă permit nu numai diagnosticul și dezvoltarea unor strategii intervenționale și neuroprotective, dar oferă pentru prima dată in vivo date anatomice relevante pentru ontogeneza sistemului nervos central. Aceste date completează în mod obiectiv și nuanțează până la detalii (morfologic și dimensional) creierul uman ante-și postnatal, inclusiv sistemul ventricular (vârsta gestațională a subiecților nou-născuți investigați "coboară" până la 26 săptămâni și chiar sub această limită). [9,10]

### I. Hemoragia matricei germinale intraventriculară

Tehnicile avansate de examinare ultrasonografică a creierului nou-născutului sunt ideale pentru recunoașterea și evidențierea precoce a unor aspecte malformative dar și a dilatării ventriculare, post-hemoragice, permițând în același timp evaluarea și prognosticul nou-născuților cu dilatație ventriculară posthemoragică.

Matricea germinală este o regiune a creierului intens celularizată și vascularizată de la nivelul căreia proliferază atât neuroni cât și celule gliale pe parcursul dezvoltării (ontogenezei)

Această regiune este extrem de activă în intervalul cuprins între săptămânile gestaționale 8-28. [11]

Extensiunea hemoragiei matricei germinale la nivelul sistemului ventricular determină, pe lângă dilatarea ventriculară, leziuni obstructive ale parenchimului adiacent. Hemoragia intraventriculară a matricei germinale este o complicație frecvent întâlnită la prematuri, frecvența acesteia fiind invers proporțională cu vârsta gestațională. [12]

Murphy și colab. - 2002, Volpe J. și colab. - 2008 (citați de Brouwer J.M. - 2010) apreciază că 20%-25% dintre prematuri prezintă hemoragie ventriculară.

Prematurii cu vârsta gestațională sub 26 de săptămâni sunt cei mai expuși la accidentul hemoragic germinal intraventricular, în timp ce riscul pentru această complicație este, la nou-născuți la termen și cu referire strictă la hemoragia la nivelul matricei germinale de doar 1% (Jaeger M. și colab. - 2004). În ansamblu, dilatarea ventriculară posthemoragică este regăsită la o treime dintre copiii ce prezintă hemoragie la nivelul matricei germinale (de Vries M.I. și colab.-2002).

### II. Ontogeneza ventriculilor cerebrali

Investigarea ultrasonografică a sistemului ventricular arte drept obiect ventriculii laterali (îndeosebi cornul frontal și occipital), ventriculii III și IV dar și câțva parametri dimensionali cum este distanța, în planul coronal, între coasa creierului (falx cerebri) și peretele lateral al cornului frontal (al ventriculilor laterali) măsurată la nivelul ventriculului III.

Alt parametru dimensional - măsurat de asemenea în planul coronal este lățimea diagonală maximă a cornului frontal (Davies M.W. și colab.-2000).

În planul parasagital se măsoară - adiacent orificiului Monro - adâncimea cavității ventriculare dar și distanța talamo-occipitală.

Ultima, reprezintă distanța între punctul de joncțiune a talamusului cu plexurile coroide, pe de o parte și porțiunea cea mai îndepărtată a cornului occipital pe de altă parte. [12]

Dezvoltarea sistemului ventricular este inițiată în săptămâna 5 a vieții intrauterine concomitent cu apariția celor 5 vezicule cerebrale (telencefal, diencefal, mezencefal, metencefal și mielencefal).

În interiorul fiecăreia dintre aceste 5 vezicule cavitatea tubului neural primitiv (canalul neural) este expansionată și formează așa-numiții ventriculi primitivi. [13,14,15]

Ventriculii primitivi reprezintă rudimentele ventriculilor definitivi ai creierului.

Astfel cavitatea rombencefalului (precursorul metencefalului și al mielencefalului) devine cavitatea ventriculului IV, cavitatea mezencefalică evoluează spre apeductul lui Sylvius; cavitatea diencefalului formează ventriculul III. Cavitatea telencefalului evoluează concomitent cu apariția celor două vezicule cerebrale așa încât ventriculii laterali (I și II) vor reprezenta perechea de ventriculi aparținând emisferelor cerebrale.

Rezultatul acestei deveniri în ontogeneză conduce la realizarea unui sistem ventricular cu lumen continuu care va fi umplut cu lichidul cefalorahidian (LCR).

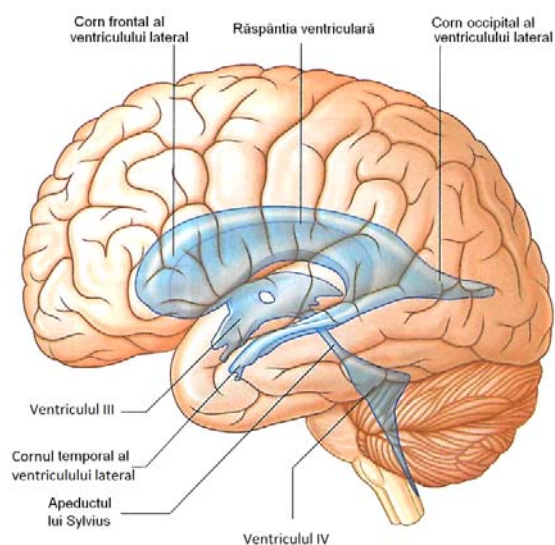


Fig. 1

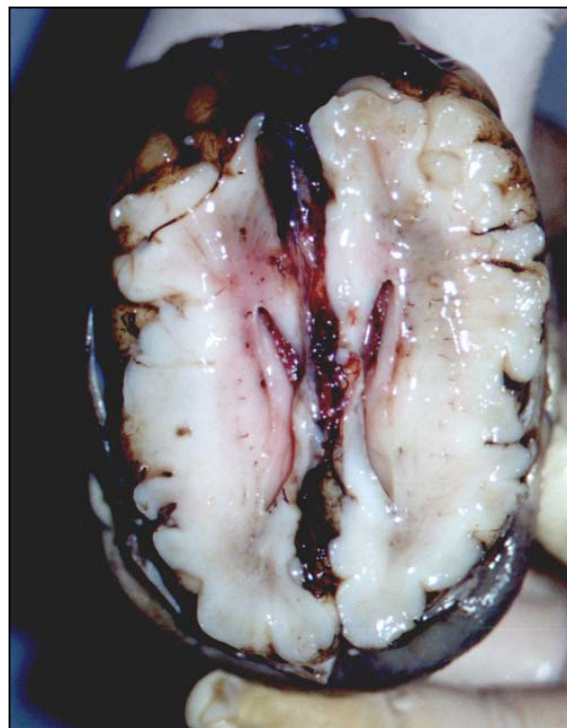


Fig.1'. Morfologia ventriculilor laterali (vârsta gestațională 26 săptămâni)

Canalul (central) endimar al măduvei spinării se va deschide în cavitatea ventriculului IV. Ultimul va comunica prin intermediul apeductului cerebral (a lui Sylvius) cu cavitatea ventriculului III care, prin cele două orificii Monro se "deschide" în ventriculii laterali.

Ventriculii laterali vor ocupa inițial, cea mai mare parte a emisferelor cerebrale în formare. [11]

Dezvoltarea scoarței cerebrale și a substanței albe duce la diminuarea lor relativă. În schimb, la limita între peretele medial și cel inferior al fiecărei emisfere peretele rămâne subțire și cu structură epitelială sub forma unui șanț longitudinal - fisura coroidă. De-a lungul fisurilor coroide se dezvoltă plexurile coroide. [16]

Concomitent cu fenomenul de "rulare" al emisferelor cerebrale ventriculii laterali se extind și vor naște prelungiri înspre și în lobul frontal (cornul anterior sau cornul frontal), lobul occipital (cornul occipital) și se vor recurba și descinde în lobul temporal (cornul temporal sau sfenoidal). [11]

Porțiunea centrală, de emergență a acestor prelungiri rămâne cunoscută sub numele de răspântie ventriculară.

### III. Anatomia clinică, "ultrasonografică" a sistemului ventricular

A. Ventriculii laterali. În baza datelor anatomice clasice cornul frontal al acestora este situat aproape de planul mediosagital dar pe măsură ce se îndepărtează de răspântie se încurbează spre polul frontal orientându-se inferolateral.

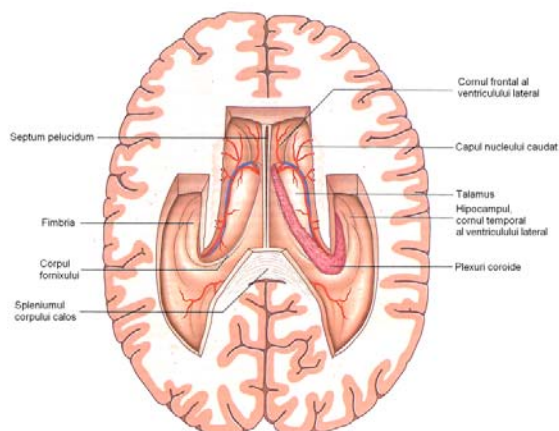


Fig. 2.

Cornul frontal al ventriculului lateral este o cavitate ce prezintă trei pereți.

La nivelul peretelui superior al cornului frontal este prezent corpul calos – forcepsul mic – în timp ce, peretele medial al cornului frontal demonstrează prezența septului pelucid. Peretele infero-lateral este limitat lateral de capul nucleului caudat, mai medial găsiindu-se corpul calos – rostrul.

În practica clinică indicele ventricular(al ventriculilor laterali) este cel mai utilizat pentru a monitoriza dimensional ventriculii după hemoragia în matricea germinală și este posibilă raportarea valorii sale absolute la lățimea emisferului corespunzător. Relevant, anatomic și clinic în același timp imagistic este faptul că primul semn al creșterii presiunii intracraniene este, cel mai frecvent, o modificare a formei ventriculilor laterali datorită creșterii în lățime (transversal) și rotunjirii cornului frontal - fenomen descris drept ballooning (Govaert P și colab.-1997).

Cornul occipital este întins de la răspântia ventriculară până în apropierea polului occipital al emisferului cerebral și se îndreaptă posterior curbându-se medial și inferior.

Prezintă un perete superolateral format de fibrele corpului calos - tapetum și un perete infero-medial care, în partea medială conține proeminența spre ventricul a fibrelor corpului calos (forcepsul mare). În

partea laterală a acestui perete se găsește negativul scizurii calcarine - pintenele lui Morand.

Date ultrasonografice - dimensionale privind cornul occipital au fost oferite doar relativ recent - cu privire la prematuri de către Soundhi V. și colab.-2008.

Adâncimea cornului occipital (distanța talamo-occipitală) este relevantă pentru aprecierea dilatației ventriculare.

Cornul occipital și răspântia ventriculară par a se dilata înaintea altor regiuni ale ventriculilor laterali.

Dilatarea cornului occipital este mai accentuată comparativ cu a celui frontal și poate reprezenta singura localizare a dilatării ventriculare. Non-vizualizarea ultrasonografică a cornului occipital este un semn negativ clar.

La unii prematuri este semnalată lărgirea cornului occipital chiar și în lipsa hemoragiei germinale ventriculare.

Colecțiile sanguine ventriculare mici tind să se acumuleze în cornul temporal pe când colecțiile mari sunt distribuite uniform.

Cornul temporal este orientat antero-inferior și lateral spre polul temporal al emisferului.

La nivelul peretelui superior sunt vizibile în sens medio-lateral: talamusul, stria terminală, coada nucleului caudat și corpul calos - tapetum. În peretele inferior, eminența colaterală este dată de șanțul cu același nume al lobului temporal în timp ce în sens latero-medial mai sunt observabile: hipocampusul, fimbria cu plexurile coroide, girusul dentat.

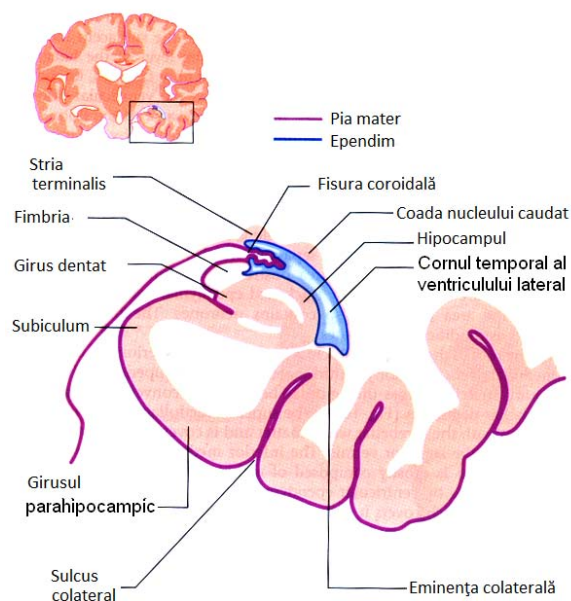


Fig. 3

Semnificația clinică a estimărilor dimensionale la nivelul ventriculilor III și IV nu este încă bine stabilită. B. Ventriculul III de obicei nu este vizibil în planul coronar (Davies M.W. și colab.-2002) ultrasonografic dar anatomic, ventriculul III apare ca o fantă medio-sagitală la nivelul diencefalului.

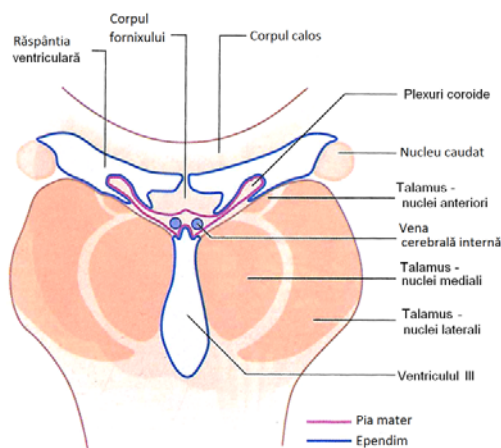


Fig. 4.

Pereții laterali sunt reprezentați cranio-caudal de talamus, hipotalamus și subtalamus.

La nivelul peretelui superior sunt situate membrana tectoria, pânza coroidiană și fornixul.

În peretele posterior se deschide orificiul superior al apeductului lui Sylvius, sub comisura posterioară.

Apeductul mezencefalic conduce în ventriculul IV, situat între trunchiul cerebral și cerebel.

C. Ventriculul IV prezintă o formă complexă atât în ce privește descripția anatomică cât și din punct de vedere imagistic (Davies M.W. și colab.-2002).

Imaginile ultrasonografice ale ventriculului IV demonstrează o variabilitate relativă. [17]

Planșeul ventriculului IV este reprezentat de fosa romboidă în planșeul căreia se află un număr important de nuclei ai nervilor cranieni dar și aria vestibulară precum și fibre nervoase aparținând striei medulare.

La nivelul acoperișului ventriculului IV sunt situate vâlul medular anterior și vâlul medular posterior. Gaura lui Magendie poziționată la nivelul vâlului medular posterior este o deschidere mediană largă între ventriculul IV și cisterna magna.

Recesurile laterale ale ventriculului IV prezente la nivelul joncțiunii ponto-bulbare sunt punctate de orificiile lui Luschka prin care LCR "trece" din sistemul ventricular în spațiul subarahnoidian la nivelul cisternei pontine.

Majoritatea LCR este secretat de plexurile coroide ale ventriculilor laterali, III și IV, dar există și o cantitate mică de LCR provenită din secreția ependimului ventricular cât și din lichidul extracelular al parenchimului cerebral. [11]

LCR secretat de plexurile coroide ale ventriculilor laterali, III și IV trece din sistemul ventricular în spațiul subarahnoidian, de aceea valorile dimensionale combinate ale ventriculilor cerebrali pot fi utile pentru diagnosticul diferențial între formele de hidrocefalie comunicative și non comunicative.

Dilatația izolată a ventriculilor III și IV poate fi asociată cu hemoragia de fosă posterioară și poate reprezenta chiar cheia diagnosticului. [12]

Se apreciază că, pentru fosa posterioară examinarea ultrasonografică efectuată perinatal la nivelul fontanelor laterale (mastoidă și posterioară în terminologia imagistică; pterică și asterică în cea anatomică) ar putea oferi o mai bună relevanță pentru structurile situate subtentorial.

Evaluarea imagistică a creierului nou-născutului (inclusiv a sistemului ventricular) poate oferi nu numai o perspectivă prognostică imediată [18,19] ci și una la distanță, pe termen lung. Abundența, diversitatea, evoluția și valoarea funcțională a structurilor anatomice regăsite în pereții sistemului ventricular sunt fundamentale în acest sens.

#### Concluzii

Sistemul ventricular al creierului reprezintă un ansamblu de cavități care se formează și evoluează în paralel cu dezvoltarea (ontogeneza) sistemului nervos central.

Noile metode și tehnici neuroimagistice permit explorarea sistemului ventricular, diagnosticul și dezvoltarea unor noi strategii intervenționale și neuroprotective.

Investigarea creierului și, cu deosebire a sistemului ventricular oferă, la vârsta neonatală, pentru prima dată in vivo date anatomice relevante pentru dezvoltarea sa, date care completează morfologic și dimensional anatomia creierului uman și a sistemului ventricular în intervalul săptămânilor 24 - 40, intrauterine (acest interval reprezentând vârsta gestațională posibilă a nou-născuților).

## Bibliografie

1. Krsek P, Jahodova A, Maton B, et al. Low-grade focal cortical dysplasia is associated with prenatal and perinatal brain injury. *Epilepsia*, 2010, 51(12): 2440-2448
2. Westra S, Adler I, Batton D, et al. Reader variability in the use of diagnostic terms to describe white matter lesions seen on cranial scans of severely premature infants: the ELGAN study. *J Clin Ultrasound*, 2010, 38(8): 409-419
3. Keeling J (Ed.). *Fetal and neonatal Pathology*, 3rd Edition, Springer-Verlag, London, Berlin, Heidelberg, 2001, pp. 605-630
4. Austin T, O'Reilly H. Advances in imaging the neonatal brain. *Expert Opin Med Diagn*, 2011, 5(2): 95-107
5. Brown WR. Association of preterm birth with brain malformations. *Pediatr Res*, 2009, 65(6): 642-646
6. Crowther CA, Crosby DD, Henderson-Smart DJ. Vitamin K prior to preterm birth for preventing neonatal periventricular haemorrhage. *Cochrane Database Syst Rev*, 2010, (1): CD000229
7. Eikenes L, Løhaugen GC, Brubakk AM, Skranes J, Håberg AK. Young adults born preterm with very low birth weight demonstrate widespread white matter alterations on brain DTI. *Neuroimage*, 2011, 54(3): 1774-1785
8. Huppertz-Kessler CJ, Verveur D, Pöschl J. Intensivmedizinisches Reizumfeld und Stressoren - welchen Einfluss haben sie auf die Gehirnentwicklung frühgeborener Kinder? *Klin Padiatr*, 2010, 222(4): 236-242
9. Oishi K, Mori S, Donohue PK, et al. Multi-contrast human neonatal brain atlas: Application to normal neonate development analysis. *Neuroimage*, 2011, 56(1): 8-20
10. Weindling M. Insights into early brain development from modern brain imaging and outcome studies. *Acta Paediatr*, 2010, 99(7): 961-966
11. Standring S. (Ed.) *Gray's Anatomy*. 39th Edition, Elsevier Churchill Livingstone, 2005
12. Brouwer MJ, de Vries LS, Pistorius L, Rademaker KJ, Groenendaal F, Benders MJ. Ultrasound measurements of the lateral ventricles in neonates: why, how and when? A systematic review. *Acta Paediatr*, 2010, 99(9): 1298-1306
13. Grigorescu-Sido Fr. *Embriologie general și special*, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2007
14. Schmidt AN. *Embriologie generală*, Ed. Med. Univ. Iuliu Hațieganu, 2005, pp. 80-104
15. Schmidt AN. *Embriologie specială*, Edit. Intelcredo Cluj-Napoca, 2002, pp. 223-270
16. Larsen WJ. *Human embryology*, Second edition, Churchill Livingstone, New York, London, Melbourne, Tokio 1997
17. Hagmann CF, Halbherr M, Koller B, et al. Interobserver variability in assessment of cranial ultrasound in very preterm infants. *J Neuroradiol*, 2011 Mar 9. [Epub ahead of print]
18. El-Dib M, Massaro AN, Glass P, Aly H. Neurodevelopmental assessment of the newborn: An opportunity for prediction of outcome. *Brain Dev*, 2011, 33(2): 95-105
19. Argyropoulou MI. Brain lesions in preterm infants: initial diagnosis and follow-up. *Pediatr Radiol*, 2010, 40(6): 811-818