

Anatomia kliniczna układu komorowego mózgowia Część I

Clinical anatomy of the ventricular system of the brain Part I

Bogdan Ciszek

Zakład Anatomii Prawidłowej
Centrum Biostruktury Akademii Medycznej w Warszawie

Streszczenie

Praca poświęcona jest podsumowaniu klinicznie istotnych informacji o budowie i topografii komór mózgowia. Przedstawiono ograniczenia i połączenia poszczególnych części układu komorowego. Materiał ilustracyjny pozwala na porównanie utartych stereotypów przedstawiania anatomii komór mózgowia na preparatach klasycznych z odmiennym spojrzeniem jakim jest endoskopowa eksploracja układu komorowego tak powszechna w chwili obecnej w leczeniu wodogłowia i innych schorzeń ośrodkowego układu nerwowego.
[Acta Clinica 2002 3:225-233]

Słowa kluczowe: układ komorowy mózgowia, płyn mózgowo-rdzeniowy, wodogłowie, neuroendoskopia

Summary

The study makes the summary on the structure and topography of the ventricular system of the brain. The walls, shapes and communications of the ventricles are described. Basing on the number of specimens classical methods of presentation of the anatomy of the ventricles are compared with possibilities of endoscopical exploration so useful in treatment of hydrocephalus and others disorders of the central nervous system. [Acta Clinica 2002 3:225-233]

Key words: ventricular system, cerebro-spinal fluid, hydrocephalus, neuroendoscopy

Nieco historii...

Odkrycie układu komorowego poprzedzone zostało stwierdzeniem obecności w czaszce płynu mózgowo rdzeniowego jak o tym zaświadcza papiirus Smitha pochodzący z XVII w. p.n.e. Układ komorowy jako pierwszy opisuje Arystoteles na podstawie badań mózgów zwierzęcych. Aleksandryjczyk Herophilos ok. 300 lat przed Chrystusem opisuje komorę IV i czyni ją siedliskiem duszy. Był to początek koncepcji mówiącej iż duch z układu komorowego poprzez nerwy steruje czynnością ciała, którą dalej rozwijali Erostrates i Galen.

Ten ostatni uważał że płyn mózgowo rdzeniowy odpływa bądź drogą *lamina cribrosa* lub też poprzez przysadkę do nosa i gardła tworząc tam flegmę.

W wiekach średnich ukształtowała się tak zwana „Doktryna Komór”, według której wszelkie procesy psychiczne zachodzą w układzie trzech komór mózgowych (kk. boczne traktowano jako jedną przestrzeń) i porównywano je do Trójcy Świętej.

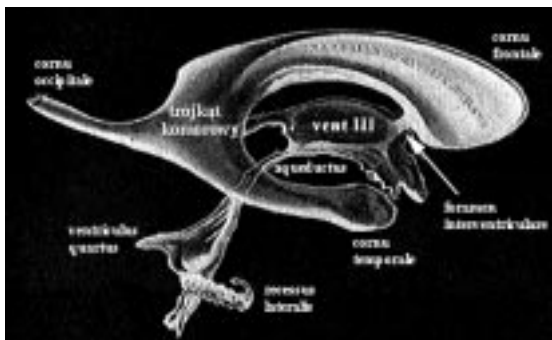
Czasy renesansu przynoszą dzięki badaniom na zwłokach opis komór zbliżony do współczesnego. Odkrycia te związane są z nazwiskami Leonarda da Vinci, da Carpi

i Vesaliusza. Arancjusz pod koniec XVI wieku opisuje hipokamp, a Sylviusz (Franz de la Boe) w 1663 opisuje wodociąg mózgu. Wiek XVIII przynosi opis otworów międzykomorowych Monro'ego. Jednocześnie Albrecht von Haller eksperymentalnie potwierdził produkcję płynu mózgowo-rdzeniowego w splocie naczyniówkowym co postulował Thomas Willis. Paradoksalnie zapomnianym odkryciem tego czasu było udowodnienie ciągłości pomiędzy przestrzenią podpajęczynówkową, a układem komorowym przez Cotugno (1764).

Wiek XIX przynosi odkrycie otworów łączących komorę IV z przestrzenią podpajęczynówkową (Magendie i Lushka), zaś Key & Retzius stworzyli podstawy anatomicznego opisu zbiorników podstawy.

Ogólna budowa układu komorowego

Układ komorowy stanowi pochodną kanału centralnego pierwotnej cewy nerwowej. Jest on utworzony przez cztery komory. Dwie komory boczne (*ventriculus lateralis*) leżą w obrębie półkul mózgowych. Róg czołowy (*cornu frontale*) wypełnia płat czołowy następnie na wysokości płata ciemieniowego znajduje się część środkowa (*pars centralis*, *cella media*), która przechodzi na wysokości styku skroniowo-ciemieniowo-potylicznego w trójkąt komorowy. Biorąc z niego początek róg skroniowy (*cornu temporale*) i potyliczny (*cornu occipitale*).



Ryc. 1. Ogólna budowa układu komorowego

Komory boczne łączą się poprzez wąski otwór międzykomorowy (*foramen interventriculare*) Monro'ego z k. III. Komora ta (*ventriculus tertius*) leży w obrębie między-mózgowia. Stanowi wąską przestrzeń, poprzez którą przebiega zrost międzywzgórzowy. Ku tyłowi przechodzi ona w wodociąg mózgu (śródmózgowia) – *aqueductus cerebri (mesencephali)* położony pomiędzy nakrywką, a blaszką pokrywki. Komunikuje się on z komorą IV (*ventriculus quartus*) położoną pomiędzy mostem i rdzeniem przedłużonym od przodu, a mózdzkiem od tyłu. Poprzez otwór pośrodkowy (*apertura mediana ventriculi quarti*) Magendie i boczne otwory Luschki (*apertura lateralis ventriculi quarti*) komora IV łączy się ze zbiornikiem mózdkowo-rdzeniowym (*cisterna cerebello-medullaris*) i tym samym z przestrzenią podpajęczynówkową otaczającą ośrodkowy układ nerwowy. Istnieje komunikacja z kanałem centralnym rdzenia kręgowego, który w niektórych przypadkach wodogłowia może być poszerzony. Tłumaczy to występowanie objawów rdzeniowych przy dysfunkcji zastawki.

Przestrzeń podpajęczynówkowa (*cavum subarachnoideale*) dzieli się na zbiorniki (*cisternae subarachnoideae*) zwane żargonowo zbiornikami podstawy, przestrzeń podpajęczynówkową sklepiści (określenie żargonowe) oraz przestrzeń podpajęczynówkową rdzenia kręgowego.

Płyn mózgowo rdzeniowy produkowany jest przede wszystkim przez spłot naczyniówkowy (*plexus chorioideus*) komór bocznych, k. III i komory IV. Około 90% płynu produkowane jest w mechanizmie ultrafiltracji i wydzielane przez nabłonek spłotu naczyniówkowego. Inhibitory anhidrazy węglowej (acetazolamid) redukują produkcję w 50 – 60%. Przeciętna produkcja wynosi 20 ml/h. Około 10% płynu produkuje wyściółka komór mózgowych. Jednak usunięcie spłotu prowadzi do zwiększenia tego wydzielania. Ciśnienie płynu

mózgowo rdzeniowego wynosi od 25 do 70 mm H₂O, tzn. do ok. 10 mm Hg.

Resorpcja płynu mózgowo rdzeniowego odbywa się w ziarnistościach pajęczynówki wzdłuż zatoki strzałkowej górnej. Mechanizm resorpcji nie jest w pełni wyjaśniony jednak jest mechanizmem ciśnieniowo zależnym. Alternatywne drogi resorpcji to naczynia chłonne nerwów czaszkowych oraz zewnątrzczaszkowych odcinków tętnic domózgowych. Ich udział w resorpcji pozostaje nie w pełni poznany.

Komora boczna – *Ventriculus lateralis*

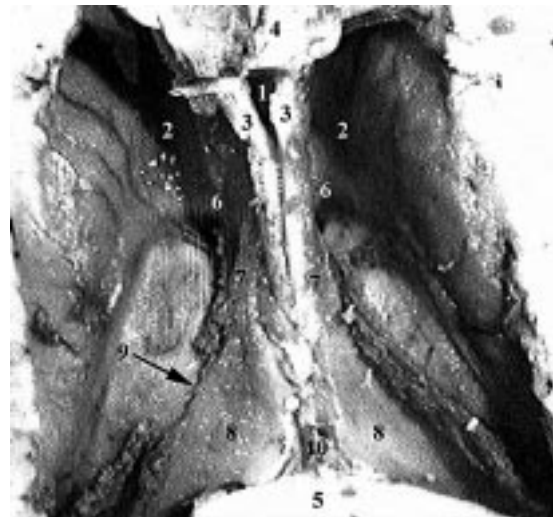
Róg przedni komory bocznej jest ograniczony przez głowę jądra ogoniastego (*caput nuclei caudati*) od boku, trzon ciała modzelowatego (*truncus corporis callosi*) od góry, jego kolano (*genu*) od przodu oraz dziób (*rostrum*) od dołu. Przyśrodkową ścianę stanowi przegroda przezroczysta (*septum pellucidum*) rozdzielająca oba rogi. Ku tyłowi część środkowa ograniczona jest poprzez trzon ciała modzelowatego od góry, trzon jądra ogoniastego od boku sklepienie (*fornix*) przyśrodkowo i wzgórze (*thalamus*) od dołu. Okolice trójkąta komorowego jest ograniczona od przodu przez poduszkę wzgórze (*pulvinar*) objętą odnogą sklepienia (*crus fornicis*) przechodzącą



Ryc. 2. Komora boczna: 1 – Corpus callosum, 2 – Caput nuclei caudati, 3 – Plexusu choroideus, 4 – Thalamus – Lamina affixa, 5 – Septum pellucidum, 6 – Stria terminalis, 7 – Crus fornicis

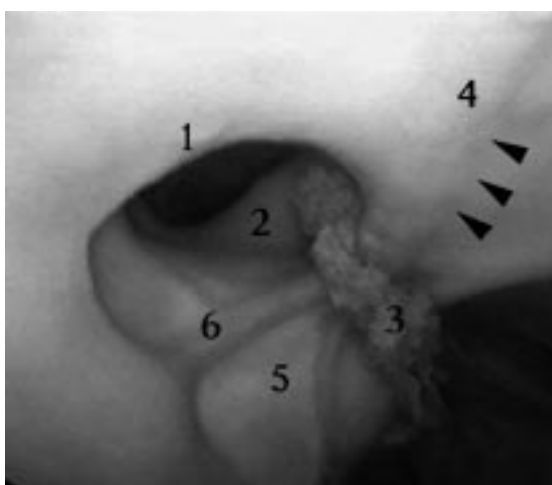


Ryc. 3. Róg przedni komory bocznej: 1 – Caput nuclei caudati, 2 – Septum pellucidum, 3 – Foramen interventriculare, 4 – Tuberculum ant. thalami, 5 – Stria terminalis, 6 – Plexus choroideus



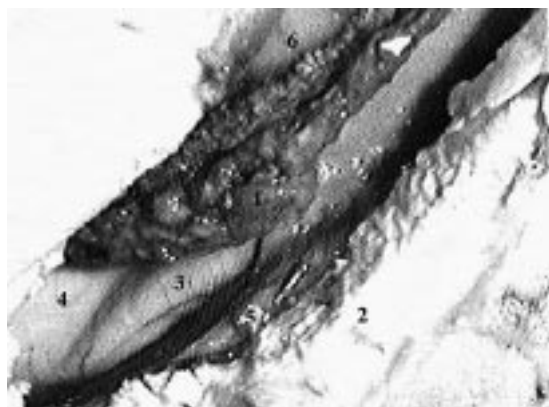
Ryc. 4. Komory boczne po usunięciu pnia ciała modzelowatego: 1 – Cavum septi pellucidi, 2 – Cornu frontalis, 3 – Lamina septi pellucidi, 4 – Genu corporis callosi, 5 – Splenium corporis callosi, 6 – Columna fornicis, 7 – Corpus fornicis, 8 – Crus fornicis, 9 – Fissura choroidea widoczna pomiędzy thalena thalami i thalena fornicis po wycięciu części splotu, 10 – Commisura fornicis w rejonie cavum psalteri

w hipokamp (*hippocampus*). Ograniczenie tylnoprzyśrodkowe będące jednocześnie ograniczeniem rogu potylicznego tworzy ostroga ptasia (*calcar avis*) oraz opuszka rogu tylnego (*bulbus cornu posterioris*). Od dołu widoczna jest wyniosłość poboczna (*eminentia collateralis*), a od boku obicie (*tapetum*), które ogranicza zarówno róg potyliczny jak i skroniowy. Utworzone jest ono przez włókna spoidłowe ciała modzełowego.

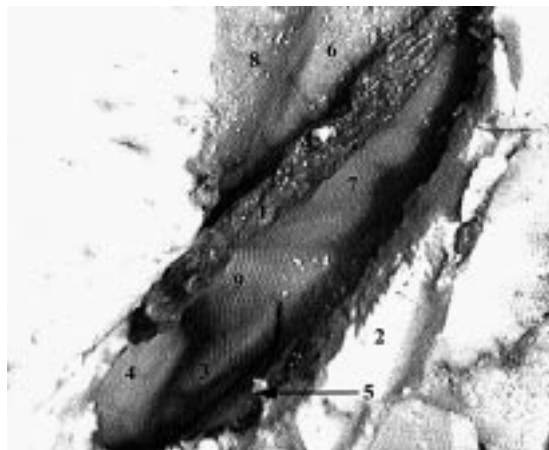


Ryc. 5. Endoskopowy widok okolicy otworu międzykomorowego lewego: 1 - Collumna fornicis, 2 - Adhesio interthalamica w świetle komory III, 3 - Plexus choroideus, 4 - Septum pellucidum (uwypuklenie powierzchni zaznaczone strzałkami spowodowane jest przebiegiem vena septi pellucidi), 5 - Tuberculum ant. Thalami 6 - Vena thalamo-striata

Róg skroniowy ma dwie ściany. Ściana górno boczna utworzona jest poprzez obicie i nieco bardziej przyśrodkowo przez ogon jądra ogoniastego (*cauda nuclei caudati*). Ścianę dolno-przyśrodkową tworzy hipokamp wraz ze spletem naczyniówkowym i strzępkim hipokampa (*fimbria hippocampi*). Należy podkreślić że pojęcie trójkąta komorowego jest terminem anatomii klinicznej nie włączonym do mianownictwa. Splot naczyniówkowy komory bocznej przebiega wzdłuż szczeliny naczyniówkowej (*fissura choroidea*). Powstaje ona po-



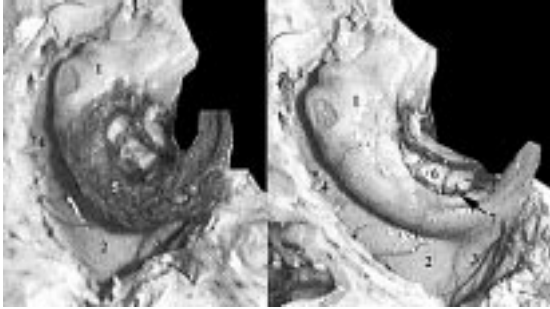
Ryc. 6. Okolice trójkąta komorowego: 1 - Charakterystyczne poszerzenie spletu naczyniówkowego, 2 - Splenium corporis callosi, 3 - Calcar avis, 4 - Eminentia collateralis, 5 - Bulbus cornu occipitalis, 6 - pulvinar thalami



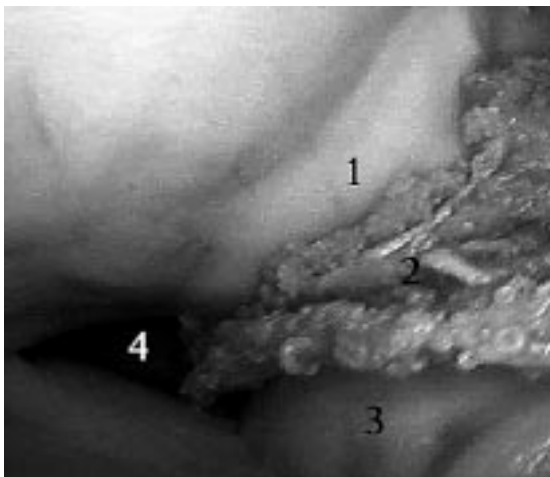
Ryc. 7. Okolice trójkąta komorowego po przemieszczeniu spletu ku bokowi: 1 - Charakterystyczne poszerzenie spletu naczyniówkowego, 2 - Splenium corporis callosi, 3 - Calcar avis, 4 - Eminentia collateralis, 5 - Bulbus cornu occipitalis, 6 - pulvinar thalami, 7 - Crus fornicis, 8 - Nucleus caudatus, 9 - Hippocampus

między sklepieniem, a wzgórzem. Linia przyczepu spletu do struktur ograniczających szczelinę naczyniówkową to tak zwane taśma naczyniówkowe (*taenia choroidea*) i taśma sklepienia (*taenia fornicis*). Taśma naczyniówkowa stanowi przyśrodkowy brzeg blaszki przytwierdzonej wzgórza (*lamina affixa*) i przebiegając po poduszce wzgórza leży dalej w górno bocznej ścianie rogu skroniowego. Taśma sklepienia, jak

sama nazwa wskazuje, przebiega wzdłuż trzonu i odnogi sklepienia, następnie wzdłuż hipokampa. Poprzez szczelinę naczyniówkową splot komory bocznej łączy się ze splotem k. III.



Ryc. 8. Róg skroniowy: 1 – Hippocampus, 2 – Eminentia collateralis, 3 – Calcar avis, 4 – Cornu temporale, 5 – Plexus choroideus, 6 – Gyri Andreae Retzii, 7 – Fimbria hippocampi



Ryc. 9. Endoskopowy widok rogu skroniowego, 1 – Pulvinar thalami, 2 – Plexus choroideus, 3 – Hippocampus, 4 – Światło rogu skroniowego

Tętnicze zaopatrzenie splotu pochodzi od t. naczyniówkowej przedniej (*a. choroidea anterior*), która wchodzi do rogu skroniowego przez bruzdę hipokampa (*sulcus hippocampi*) oraz od gałęzi tętnic naczyniówkowych tylnych (*a. choroidea posterior*) przebiegających przez strop k. III.

Komora boczna łączy się z komorą III poprzez otwór międzykomorowy Mon-

ro'ego. Jest on ograniczony od przodu odnogą sklepienia (*crus fornicis*), a od tyłu guzkiem przednim wzgórza (*tuberculum anterius thalami*). W tylnej części otworu międzykomorowego leży splot naczyniówkowy. W okolicy otworu dochodzi do połączenia żyły naczyniówkowej (*vena choroidea*), żyły przegrody przezroczystej (*v. septi pellucidi*) oraz żyły wzgórzowo prążkowiej (*v. thalamo-striata*). Tworzą one żyłę wewnętrzną mózgu (*v. cerebri interna*). Forma tego połączenia jest bardzo zmienna tym niemniej stanowi ono istotny element orientacyjny w obrazie endoskopowym.

Komora trzecia

– Ventriculus tertius

Komora III leży pomiędzy wzgórzami połączonymi zrostem międzywzgórzowym (*adhesio interthalamica*). Jej ograniczenie dolne stanowi od przodu guz popielaty z zachyłkiem lejka (*recessus infundibuli*), a ku tyłowi istota dziurkowana tylna (*substantia perforata anterior*) będąca jednocześnie stropem dołu konarowego (*fossa interpeduncularis*).



Ryc. 10. Komora trzecia widoczna na przekroju mózgowia w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej: 1 – Commissura anterior, 2 – Lamina terminalis, 3 – Chiasma opticum et recessus supraopticus, 4 – Infundibulum – recessus, 5 – Corpus mammillare, 6 – Substantia perforata posterior, 7 – Aqueductus, 8 – Corpus pineale, 9 – Recessus suprapinealis, 10 – Adhesio interthalamica, 11 – Columna fornicis, 12 – Foramen interventriculare et recessus triangularis



Ryc. 11. Preparat komory trzeciej widoczny na przekroju mózgowia w płaszczyźnie strzałkowej pośrodkowej: 1 - Commissura anterior, 2 - Lamina terminalis, 3 - Chiasma opticum et recessus supraopticus, 4 - Infundibulum - recessus, 5 - Corpus mammillare, 6 - Substantia perforata posterior, 7 - Aqueductus, 8 - Corpus pineale, 9 - Recessus suprapinealis, 10 - Adhesio interthalamica nie występuje, 11 - Columna fornicis, 12 - Foramen interventriculare, 13 - Crus fornicis, 14 - Lobus temporalis, 15 - Commissura posterior, 16 - Genu corporis callosi, 17 - Septum pellucidum, 18 - Arteria cerebri anterior. Strzałki wskazują sulcus hypothalamicus

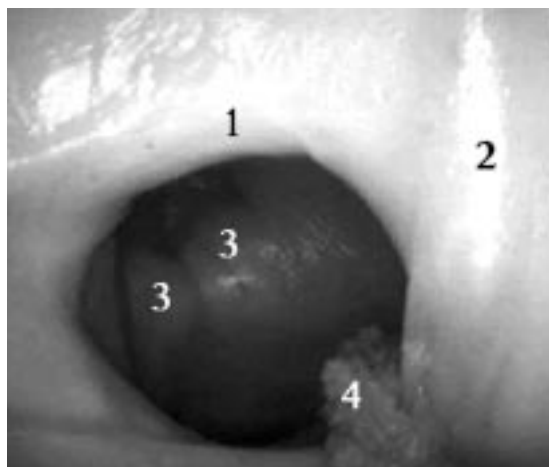
W wodogłowiu okolica ta cieńsze tak dalece, że widać poprzez nią rozwidlenie t. podstawnej (*a. basilaris*). Jest to droga dla ventrykulostomii endoskopowej. Od przodu ograniczenie komory III tworzą słupy sklepienia (*columnae fornicis*), pomiędzy



Ryc. 12. Strop komory III: 1 - Thalamus sin., 2 - Przecięte collumnae fornicis, 3 - Światło przedniej części komory III, 4 - Venae cerebri internae w stropie komory III, 5 - Crura fornicis uniesione i odwinęte ku tyłowi, 6 - Fragment taenia fornicis pozostawiony przy splecie, 7 - Plexus choroideus

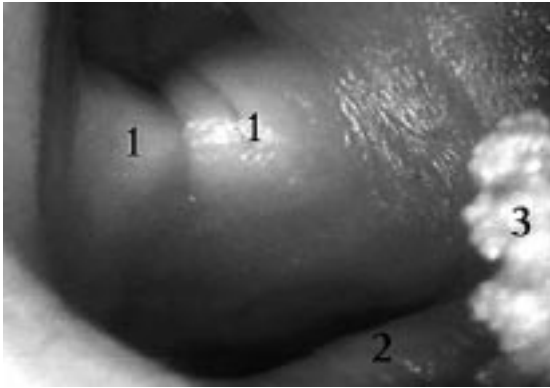


Ryc. 13. Widok komory III od góry po usunięciu stropu: 1 - Thalamus, 2 - Stria medullaris thalami, 3 - Trigonum habenulae, 4 - Corpus pineale, 5 - Tuber cinereum, 6 - Commissura posterior

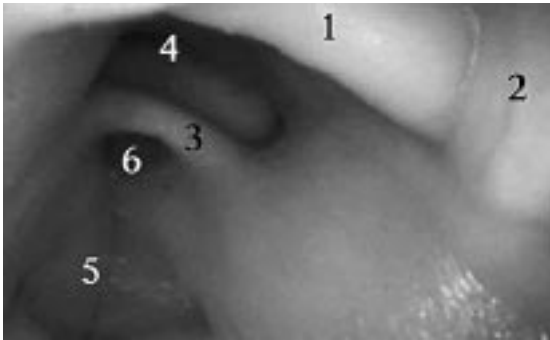


Ryc. 14. Endoskopowy widok dna komory III poprzez lewy otwór międzykomorowy: 1 - Collumna fornicis, 2 - Septum pellucidum, 3 - Corpora mammillaria w dnie komory III, 4 - Plexus choroideus

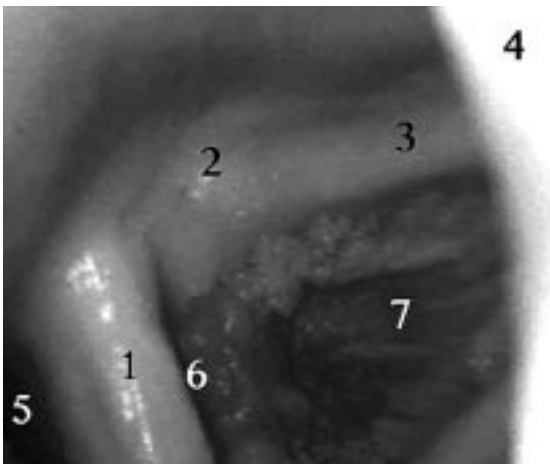
którymi przebiega spoidło przednie (*commissura anterior*). Powyżej spoidła leży zachyłek trójkątny (*recessus triangularis*), a poniżej zachyłek nadwzrokowy (*recessus supraopticus*) oddzielony od zachyłka lejka skrzyżowaniem wzrokowym (*chiasma opticum*). Od tyłu komora III przechodzi w wodociąg mózgu, powyżej którego leży spoidło tylne (*commissura posterior*). Do spoidła tylnego i do leżącego równolegle



Ryc. 15. Zbliżenie poprzedniego widoku: 1 – Corpora mamillaria, 2 – Adhesio interthalamica, 3 – Plexus choroideus



Ryc. 16. Endoskopowy widok przedniego ograniczenia komory III: 1 – Commissura anterior, 2 – Columna fornicis, 3 – Chiasma opticum, 4 – Recessus supraopticus, 5 – Tuber cinereum, 6 – Recessus infundibuli



Ryc. 17. Endoskopowy widok tylnego ograniczenia komory III i dolnej powierzchni stropu: 1 – Commissura posterior, 2 – Trigonum habenulae, 3 – Stria medullaris thalami, 4 – Adhesio interthalamica, 5 – Ujście aqueductus cerebri, 6 – Ujście recessus pinealis

powyżej spoidła uzdeczek (*commissura habenularum*) przyczepia się szyszynka (*corpus pineale*). Pomiędzy spoidłami leży zachyłek szyszynkowy (*recessus pinealis*), a powyżej szyszynki zachyłek nadszyszynkowy (*recessus suprapinealis*). Tradycyjnie strop komory III opisuje się jako strukturę trójwarstwową. Tworzy go splot naczyńkowy wraz z żyłami wewnętrznymi mózgu, następnie trzon sklepienia i trzon ciała móżdżkowego.

Wodociąg mózgu – Aqueductus cerebri

Jest to wąski kanał przebiegający w linii pośrodkowej pomiędzy nakrywką śródmózgowia (*tegmentum mesencephali*) i blaszką pokrywy (*lamina tecti*). Otacza go istota szara okołowodociągowa zawierająca ważne centra układu enkefalinergicznego. Wejście do wodociągu leży pomiędzy dnem k. III, a spoidłem tylnym. Jego ujście do k. IV otoczone jest konarami górnymi móżdżku i rozpiętą pomiędzy nimi zasłoną rdzenną górną.

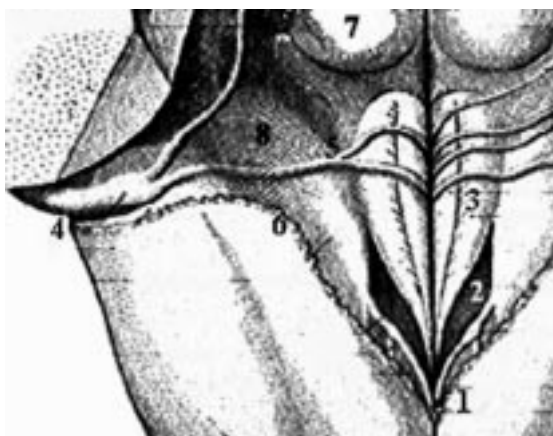
Komora czwarta – Ventriculus quartus

Dno komory IV stanowi dół równoległoboczny (*fossa rhomboidea*) leżący na tylnej



Ryc. 18. Komora czwarta: 1 – Pedunculus cerebellaris sup., 2 – Pedunculus cerebellaris inf., 3 – Fossa rhomboidea, 4 – Vellum medullare sup., 5 – Pedunculus cerebellaris medius, 6 – Połączenie z canalis centralis (wg Sappey'a zmodyfikowane)

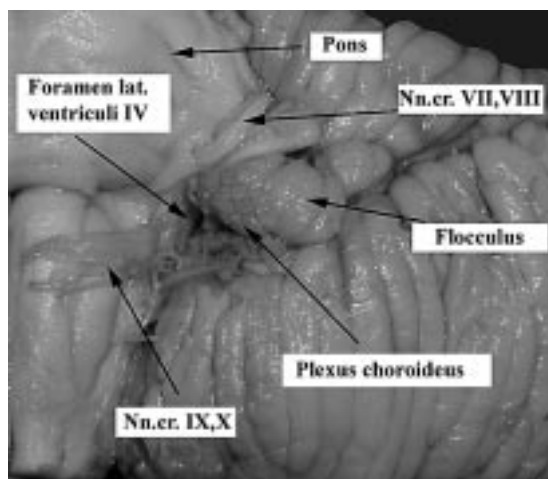
powierzchni mostu i rdzenia przedłużonego. Ograniczony jest konarami górnymi i dolnymi mózdzku (*pedunculus cerebellaris superior et inferior*). Strop k. IV w górnej części tworzy robak (*vermis cerebelli*), a w dolnej części splot naczyniówkowy k. IV. W tym obszarze znajduje się otwór pośrodkowy Magendie który prowadzi do zbiornika mózdkowo-rdzeniowego.



Ryc. 19. Szczegóły dna komory czwartej: 1 - Obex, 2 - Trigonum nervi vagi, 3 - Trigonum n. hypoglossi, 4 - Kierunek przebiegu recessus lateralis, 5 - Striae medullares, 6 - Linia przyczepu splotu naczyniówkowego, 7 - Colliculus facialis, 8 - Area vestibularis (wg Latrajet'a zmodyfikowane)



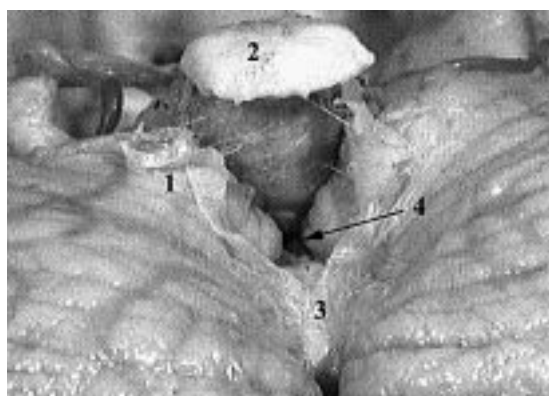
Ryc. 20. Preparat komory IV: 1 - Velum medullare sup., 2 - Pedunculus cerebellaris sup., 3 - Arbor vitae, 4 - Tonsilla cerebelli sin., 5 - Obex, 6 - Pedunculus cerebellaris inf., 7 - Colliculus facialis, 8 - Area vestibularis, 9 - Trigona n. vagi et hypoglossi, 10 - Recessus lateralis



Ryc. 21. Ujście otworu bocznego (*apertura lateralis*) w obszarze kąta mostowo-mózdkowego



Ryc. 22. Zbiornik mózdkowo-rdzeniowy: 1 - Dolna powierzchnia półkuli mózdzku, 2 - Vermis cerebelli, 3 - Medulla oblongata, 4 - Mater arachnoidea cisternae cerebello-medullaris



Ryc. 23. Zbiornik mózdkowo-rdzeniowy otwarty pośrodkowo: 1 - Tonsilla cerebelli, 2 - Medulla oblongata, 3 - Vermis cerebelli, 4 - Apertura mediana ventriculi quarti

Ku bokowi komora przechodzi w zachyłki boczne (*recessus lateralis ventriculi quarti*) otaczające konar dolny i przebiegające pod konarem środkowym mózdzku. Otwierają się one do zbiornika kąta mostowo-mózdzkowego (*cisterna anguli ponto-cerebellaris*) w pobliżu korzeni n. twarzowego i n. przedsionkowo-słuchowego poprzez otwory boczne Luschki (*apertura lateralis ventriculi quarti*). Ku dołowi za tak zwaną zasuwką (*obex*) komora łączy się z kanałem centralnym rdzenia kręgowego. Jego światło dopiero w okresie dojrzałości może częściowo obliterować. Kanał kończy się w odcinku lędźwiowym rozszerzeniem zwanym komorą końcową (*ventriculus terminalis*).

Piśmiennictwo:

1. Ciszek B. Ząbek M. Wybrane zagadnienia z anatomii klinicznej ośrodkowego układu nerwowego w Zarys Neurochirurgii Ząbek M. (red.) Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1999.
2. Finger S. Mins behind the brain. A history of the pioneers and Their Discoveries Oxford University Press, 2000.
3. Schmidek H.H. (red.) Schmidek&Sweet Operative Neurosurgical Techniques W. B Saunders Company, 2000.
4. Youmans J.R. Neurological Surgery W.B. Saunders Company, 1990.

Adres do korespondencji / Address for correspondence: prof. nadzw. dr hab. med. Bogdan Ciszek, Zakład Anatomii Prawidłowej CB AM, ul. Chałubińskiego 5, 02 – 004 Warszawa