

SEMMELWEIS EGYETEM
DOKTORI ISKOLA

Ph.D. értekezések

2420.

BÁRÁNY LÁSZLÓ

Neuromorfológia és sejtbiológia
című program

Programvezető: Dr. Alpár Alán, egyetemi tanár

Témavezetők: Dr. Kurucz Péter, főorvos

Dr. Ruttkay Tamás, egyetemi adjunktus

A kamrarendszer mikrosebészeti anatómiája, különös tekintettel az apertura lateralisra és a septum pellucidumra

Doktori értekezés

Bárány László

Semmelweis Egyetem

Szentágotthai János Idegtudományi Doktori Iskola



Konzulensek

Dr. Kurucz Péter, főorvos

Dr. Ruttkay Tamás, Ph.D., egyetemi adjunktus

Hivatalos bírálók:

Dr. Arányi Zsuzsanna, Ph.D., habilitált egyetemi docens

Dr. Kiss Péter, Ph.D., habilitált egyetemi docens

Komplex vizsga szakmai bizottság

Elnök: Prof. Réthelyi Miklós, MTA doktora, nyugalmazott egyetemi tanár

Tagok: Dr. Rajnai Hajnalka, Ph.D., egyetemi tanársegéd

Dr. Gáti Georgina, Ph.D., szakorvos

Budapest

2020

Tartalomjegyzék

1. Rövidítések jegyzéke	5
2. Bevezetés	6
2.1. A kisagy-híd szöglet áttekintő anatómiája	6
2.1.1. A felső neurovascularis csoport.....	6
2.1.2. A középső neurovascularis csoport	7
2.1.3. Az alsó neurovascularis csoport	8
2.2. Az apertura lateralis	8
2.3. Az apertura lateralis zárt formája	10
2.3.1. Az arachnoidealis cysták	11
2.3.2. A Luschka-féle foramen diverticularis tágulata	11
2.3.3. A negyedik kamra kijáratainak obstrukciója	12
2.4. A septum pellucidum áttekintő anatómiája	13
2.5. A rostozás technikájáról általában.....	15
3. Célkitűzések	18
4. Módszerek	19
4.1. Az apertura lateralis vizsgálata	19
4.1.1. A Bochdalek-féle virágkosár vizsgálata	19
4.1.2. A zárt apertura lateralis vizsgálata.....	20
4.1.3. Klinikai vizsgálatok.....	20
4.2. A septum pellucidum vizsgálata	21
4.3. A fotódokumentáció	22
4.4. Munkamegosztás	22
5. Eredmények	23
5.1. A Bochdalek-féle virágkosár.....	23
5.2. A plexus choroideus morfológiája, morfometriája	23
5.3. A rhomboid lip morfológiája, morfometriája.....	23
5.4. Az apertura lateralis	28
5.5. Vascularis viszonyok.....	28
5.6. A Bochdalek-féle virágkosár viszonya az agyidegekhez.....	31
5.7. A zárt apertura lateralis morfológiája, morfometriája.....	33
5.8. A zárt apertura lateralis szövettani vizsgálata	37

5.9.	A rhomboid lip szövettani vizsgálata	37
5.10.	A klinikai vizsgálatok.....	38
5.11.	Septum pellucidum.....	41
5.12.	A septum pellucidum és a septum verum neuralis elemei	42
5.12.1.	A fornix precommissuralis rostjai.....	44
5.12.2.	A septum pellucidum fasciculus inferiorja	45
5.12.3.	A septum pellucidum fasciculus superiorja	45
5.13.	A septum pellucidum és a septum verum vénái.....	45
5.14.	A septum pellucidum és a septum verum szövettani vizsgálata	46
5.14.1.	A fornix precommissuralis rostjai.....	48
5.14.2.	A septum pellucidum fasciculus inferiorja	48
5.14.3.	A septum pellucidum fasciculus superiorja	49
6.	Megbeszélés.....	50
6.1.	A Bochdalek-féle virágkosár klinikai jelentősége	50
6.2.	Az apertura lateralis és a Bochdalek-féle virágkosár mérete	50
6.3.	A rhomboid lip	51
6.4.	A Bochdalek-féle virágkosár szimmetriája	51
6.5.	A Bochdalek-féle virágkosár vascularis viszonyai	51
6.6.	A Bochdalek-féle virágkosár viszonya az agyidegekhez.....	52
6.7.	A Bochdalek-féle virágkosár hiánya a kisagy-híd szögletben	53
6.8.	A zárt Luschka-féle foramen makroszkópos és mikroszkópos anatómiája .	53
6.9.	Az aperturae ventriculi quarti fejlődése	54
6.10.	A zárt Luschka-féle foramen klinikai jelentősége, gyakorisága	55
6.11.	A zárt Luschka-féle foramen viszonya az arachnoidealis cystákhoz.....	56
6.12.	A zárt apertura viszonya a „fourth ventricle outlet obstruction” -hoz	57
6.13.	A Luschka-féle diverticulum patomechanizmusa	59
6.14.	A septum pellucidum részei	59
6.15.	A septum neuralis anatómiája	61
6.15.1.	Fornix.....	61
6.15.2.	Nuclei septales	61
6.15.3.	A septum idegpályái	62
6.16.	A septum vénás anatómiája.....	63

6.17.	A fenesztráció optimális helye endoszkópos septum pellucidotomia során	63
7.	Összefoglalás	66
8.	Summary	67
9.	Irodalomjegyzék	68
10.	Saját publikációk jegyzéke	81
10.1.	A disszertációhoz kapcsolódó közlemények.....	81
10.2.	A disszertációtól független közlemények	81
11.	Köszönetnyilvánítás	83

1. Rövidítések jegyzéke

AB:	arteria basilaris
AICA:	arteria cerebellaris inferior anterior
AV:	arteria vertebralis
Bfb:	Bochdalek-féle virágkosár
CT	computer tomography
ESP:	endoszkópos septum pellucidotomia (endoscopic septum pellucidotomy)
ETV:	endoszkópos harmadik agykamra fenesztráció (endoscopic third ventriculostomy)
FVOO:	negyedik kamra kijáratainak elzáródása (fourth ventricle outlet obstruction)
HE:	hematoxylin-eozin
MRI:	magnetic resonance imaging
nV:	nervus trigeminus
nVII:	nervus facialis
nVIII:	nervus vestibulocochlearis
nIX:	nervus glossopharyngeus
nX:	nervus vagus
nXI:	nervus accessorius
PICA:	arteria cerebellaris inferior posterior
SCA:	arteria cerebellaris superior
VPS:	vena petrosa superior

2. Bevezetés

A liquorterek természetes megközelítési útként funkcionálnak a különféle intracranialis elváltozásokat célzó műtétek során. A liquorcirculatio zavarára visszavezethető kórképek pedig egy jelentős részét teszik ki az operatív idegsebészeti beavatkozásoknak. A liquorterek anatómiájának pontos ismerete ezért elengedhetetlen az idegsebészek számára.

Jelen dolgozat két régió vizsgálatát tűzte ki célul: az apertura lateralis ventriculi quarti (Luschka-féle foramen) és a septum pellucidum mikrosebészeti anatómiájának tárgyalását.

2.1. A kisagy-híd szöglet áttekintő anatómiája

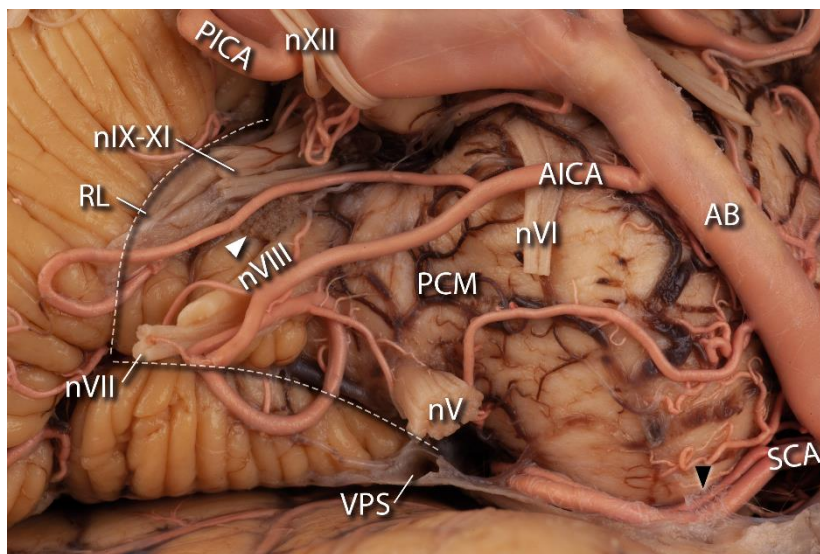
A kisagy-híd szöglet a scala posterior egyik legbonyolultabb felépítésű régiója az itt elhelyezkedő neurovascularis struktúrák nagy száma miatt. A régió alapját medialisán a pons ventralis felszíne, míg lateralisán a pedunculus cerebellaris medius alkotja. Felül és alul a fissura cerebellopontina superior és inferior határolja el a kisagyi hemisphaeriumok ventralis felszíneitől. A két fissura egy medialis irányban nyitott V betűhöz hasonló teret zár közre. Az itt található cisterna pontocerebellaris (vagy cisterna pontis lateralis) ventral felől a facies posterior pyramidis ossis temporalis határolja. [1. ábra]

A kisagy-híd szögletben található ér- és idegképleteket felső, középső és alsó neurovascularis csoportba sorolja az idegsebészeti szakirodalom. [1, 2]. A kisagy-híd szögletet célzó műtétek leggyakoribb feltárása a retrosigmoidalis útvonal. A koponya nyitásának (craniotomia) pontos helye attól függ, hogy melyik neurovascularis csoportot célozza az adott operáció, [3] így ennek a beosztásnak gyakorlati jelentősége is van.

2.1.1. A felső neurovascularis csoport

A felső neurovascularis csoportot a n. trigeminus (nV), az a. cerebellaris superior (SCA) és a v. petrosa superior (VPS) alkotja. [2. ábra / A] Az ezen területet érintő műtéti beavatkozások hátterében leggyakrabban a nV neurovascularis kompressziója áll, amelyet főleg az SCA-ral (de akár más artériákkal is), ritkábban pedig a VPS-ral való kontaktusa okoz. A microvascularis dekompresziós műtét (Janetta-műtét) anatómiája,

[4] valamint a kontaktusban álló képletek és variációik gazdagon tárgyaltak az idegsebészeti szakirodalomban. [5-10]



1. ábra – A kisagy-híd szöglet áttekintő anatómiája

A kisagy-híd szöglet alapját a pons és a pedunculus cerebellaris medius alkotja. Felül és alul a fissura cerebellopontina superior és inferior (fehér szaggatott vonalak) határolják el a kisagyi hemispheriumok ventralis felszínétől. A két fissura egy lateralis irányban zárt V betűt formál. Fehér nyílhegy jelöli a Bochdalek-féle virágkosarat alkotó plexus choroideust. Fekete nyílhegy jelöli az a. cerebellaris superior követő arachnoidealis membránt. Bal oldali felvétel, anterior és lateralis irányból. Jelölések: AB: a. basilaris, AICA: a. cerebellaris inferior anterior, nV: n. trigeminus, nVI: n. abducens, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, n. IX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, nXII: n. hypoglossus, PCM: pedunculus cerebellaris medius, PICA: a. cerebellaris inferior posterior, RL: rhomboid lip, SCA: a. cerebellaris superior, VPS: v. petrosa superior; (A szerző saját anyagából.)

2.1.2. A középső neurovascularis csoport

A középső csoportot alkotó képletek az a. cerebellaris inferior anterior (AICA), a n. facialis (nVII), valamint a n. vestibulocochlearis (nVIII). [2. ábra / B] Az ezen régiót érintő műtétek leggyakoribb indikációja az acusticus neurinoma, és a nVII-t és nVIII-t érintő neurovascularis kompressziós szindrómák. Az acusticus neurinoma eltávolítását

célzó műtétek anatómiája, [11-14] valamint a nVII és nVIII viszonya a környező erekhez szintén gazdagon feldolgozott témakörök. [15, 16]

2.1.3. *Az alsó neurovascularis csoport*

Az alsó neurovascularis csoportot a n. glossopharyngeus (nIX), a n. vagus (nX), a n. accessorius (nXI) radix spinalisa és radix cranialisa, valamint az a. cerebellaris inferior posterior (PICA) alkotja. [2. ábra / C] A középső neurovascularis csoport határait túlnövő acusticus neurinoma, a PICA eredésnél kialakuló aneurysmák, valamint a PICA által okozott neurovascularis kompressziós szindrómák indikálják leggyakrabban az ezen régiót érintő műtéteket. A foramen jugulare és a rajta áthaladó erek, [17-20] valamint a PICA mikrosebészeti anatómiája [21] és annak viszonya a környező agyidegekhez [22, 23] ugyancsak gazdagon tárgyalt és feldolgozott témák a szakirodalomban.

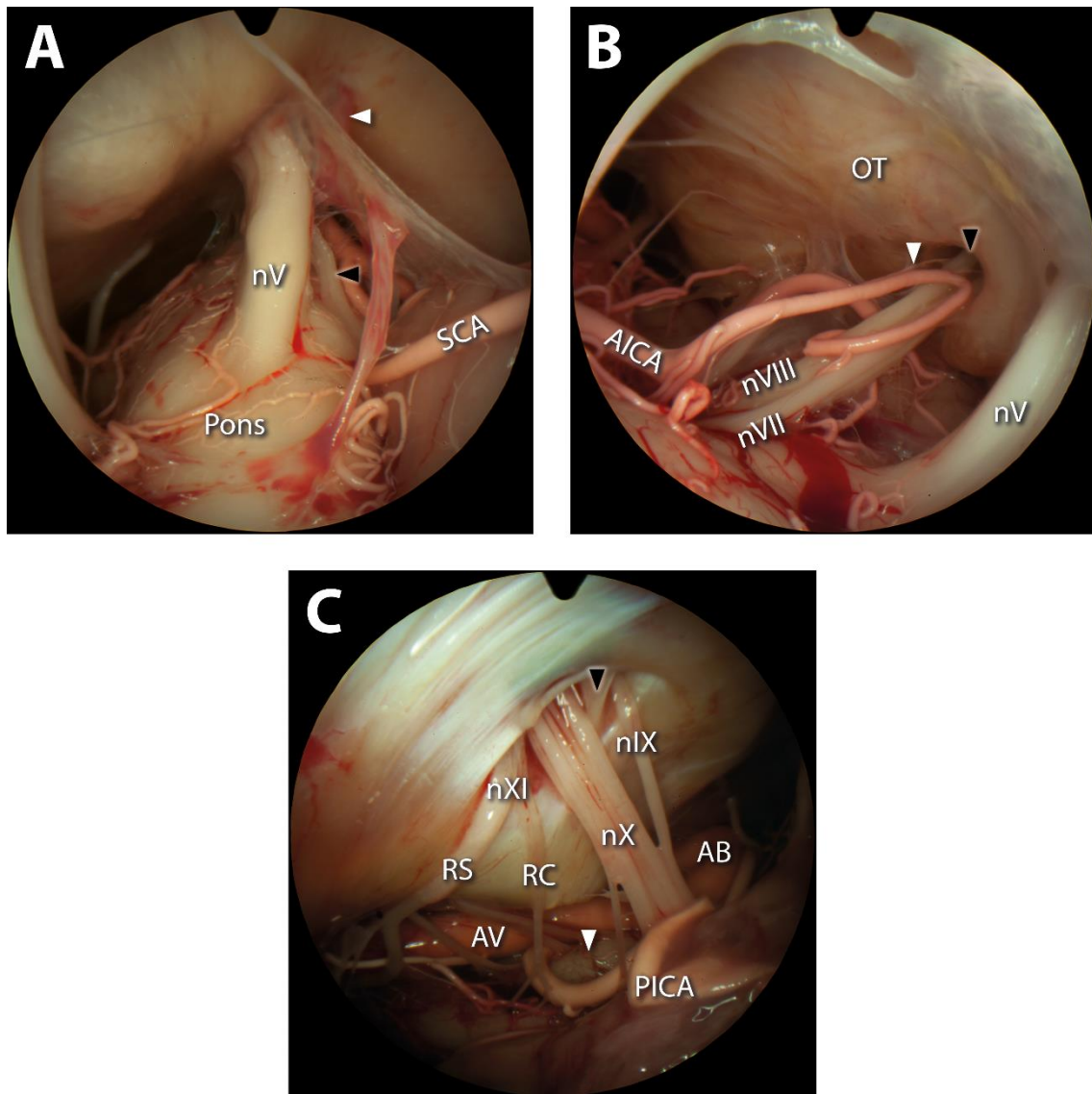
2.2. *Az apertura lateralis*

Az apertura lateralis ventriculi quarti a IV. kamra recessus lateralisát köti össze a kisagy-híd szögleti cisterna pontocerebellarisszal. A IV. kamra plexus choroidea áthalad a nyíláson és egy rövid cisternalis szakasszal rendelkezik, amely a Bochdalek-féle virágkosár (Bfb) alkotásában vesz részt. Az apertura a kisagy-híd szöglet középső és alsó neurovascularis csoportjainak határán helyezkedik el. A nVII és a nVIII tőle cranialisan, míg a nIX, nX és nXI pedig tőle medialisán ered. A Bfb a cisternában megjelenő plexus choroideus nagyságától függően a középső és az alsó csoportok mindegyik agyidegével direkt kontaktusban állhat.

Miközben a kisagy-híd szöglet neurovascularis csoportjait alkotó képletek anatómiája gazdagon tárgyalt mind normál, mind patológiás körülmények között, addig a Bfb normál anatómiájáról, variációiról, valamint a kisagy-híd szöglet egyéb struktúráihoz való viszonyáról kevés információ érhető el az idegsebészeti szakirodalomban.

Az apertura lateralis mikrosebészeti anatómiájával korábban több tanulmány is foglalkozott. [1, 24-27] A foramen zárt variációjának makro- és mikroszkópos anatómiájáról, valamint ennek a kisagy-híd szögletben jelentkező, különböző cysticus

elváltozásokhoz való viszonyáról azonban kevés és egymásnak ellentmondó információk állnak rendelkezésre.



2. ábra – A kisagy-híd szöglet neurovascularis csoportjai

A) A felső neurovascularis csoport endoszkópos áttekintő képe. A felső neurovascularis csoportot a n. trigeminus, az a. cerebellaris superior és a v. petrosa superior (fehér nyílhegy) alkotja. A fekete nyílhegy a n. trigeminus portio minorját (radix motoria) jelöli. Bal oldali felvétel, inferior irányból. B) A középső neurovascularis csoport endoszkópos áttekintő képe. A középső neurovascularis csoportot a n. facialis, a n. vestibulocochlearis és az a. cerebellaris inferior anterior alkotja. Az ábrán megfigyelhető az a. cerebellaris

inferior anteriornak a meatus acusticus internus (fekete nyílhegy) irányába vetett hurka (az ér meatalis szegmense). Fehér nyílhegy jelöli az a. cerebellaris inferior anteriorból eredő a. labyrinthicát. Bal oldali felvétel, superior irányból. C) Az alsó neurovascularis csoport endoszkópos áttekintő képe. Az alsó neurovascularis csoportot a koponyaűrből a foramen jugularén keresztül kilépő n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, valamint az a. cerebellaris inferior posterior alkotja. A n. accessorius a kisagy-híd szögletben két radices, a gerincvelő irányából érkező radix spinalis és a sulcus parolivaris lateralisból kilépő radix cranialis egyesüléséből jön létre. A foramen jugularén kilépő agyidegrostok topografikus elrendeződéssel bírnak: felül a n. glossopharyngeus, alatta a n. vagus, végül a n. accessorius hagyja el a koponyát. A n. glossopharyngeus és a n. vagus kilépő rostjai között egy dura redő (fekete nyílhegy) figyelhető meg. Az ábrán fehér nyílhegy jelöli a Bochdalek-féle virágkosár plexus choroideusát. Bal oldali felvétel, posterior irányból. Jelölések: AB: a. basilaris, AICA: a. cerebellaris inferior anterior, AV: a. vertebralis, nV: n. trigeminus, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX: n. glossopharyngeus, nX: n. vagus, nXI: n. accessorius, OT: os temporale, Pons: híd, PICA: a. cerebellaris inferior posterior, RC: radix cranialis nervi accessorii, RS: radix spinalis nervi accessorii, SCA: a. cerebellaris superior; (A szerző saját anyagából.)

2.3. Az apertura lateralis zárt formája

Az apertura lateralis zárt variációjának a háttérben álló okokat két csoportba sorolhatjuk be. Amennyiben az obstrukció nem különálló, hanem egy másik elváltozás következménye, mint pl. tumor, subarachnoidealis vérzés, vagy az arachnoidea gyulladása (arachnoiditis), akkor secunder formáról beszélünk. A primer forma esetén az obstrukció izoláltan, minden más elváltozásra utaló jel nélkül jelentkezik. [28-31]

Az idegsebészeti szakirodalom a zárt Luschka-féle foramen primer formáját három, a kisagy-híd szögletben előforduló, cysticus morfológiával rendelkező elváltozással hozza összefüggésbe: 1) az arachnoidealis cystákkal; 2) a foramen diverticularis tágulatával; és 3) a negyedik kamra kijáratainak obstrukciójával (fourth ventricle outlet obstruction, FVOO).

2.3.1. *Az arachnoidealis cysták*

Az arachnoidealis cysták a leggyakoribb cysticus intracranialis elváltozások, amelyek az összes térfoglaló folyamatnak kb. az 1%-áért felelősek. Az esetek 90%-ában supra-, 10%-ában pedig infratentorialisan helyezkednek el. [32]

Kialakulásukat az arachnoidea lemezének az embrionális korban történő kettéhasadásával magyarázzák. [33] A növekedésükkel kapcsolatban nem egységes a szakirodalom, több magyarázat is rendelkezésre áll. A szelep elmélet szerint a cysták falán egy hasadás keletkezik, amely csak az egyik irányban engedi a liquor áramlását, míg a másik irányban folyamatosan zárva tart. [34] Mások szerint a cystát belülről bélelő sejtek által szecernált folyadék, [35, 36] vagy pedig a cysta két oldala között fennálló ozmotikus grádiens okozza a növekedést. [37] Az arachnoidealis cysták ugyan jóindulatú elváltozások, de növekedésükkel a környező struktúrák kompresszióját okozhatják, amely végül tünetekhez vezethet.

A kisagy-híd szögleti arachnoidealis cystákat egy, az idegsebészeti szakirodalomban fellelhető elmélet az apertura lateralis zárt variációjának a primer formájából eredeztette. [38]

2.3.2. *A Luschka-féle foramen diverticularis tágulata*

A klasszikus patológiai-anatómiai [39-41] és idegsebészeti szerzők [42] leírtak egy olyan, a kisagy-híd szögletben található cysticus struktúrát, amelynek az ürege plexus choroideust tartalmazott és a IV. kamrával a recessus lateralison keresztül összeköttetésben állt.

Virchow tudósításában ez a jobb oldalon helyezkedett el, cseresznye nagyságú volt és facialis paresist okozott. [39] Dandy szintén egy jobb oldali esetet írt le, amely a nIX, nX és a nXI működészavarát okozta. A struktúra falát kb. 2 mm-esnek ítélte, a szövettani vizsgálatával pedig köbhámsejteket azonosított a belső felszínén. [42] Von Recklinghausen egy olyan esetet prezentált, amely mind a két oldalon rendelkezett ilyen cysticus elváltozással. Kiemelendő azonban, hogy a pons ventralis felszínének arachnoideáját vastagabbnak találta, amely arachnoiditis gyanúját veti fel és az aperturae laterales elzáródásának a primer formáját is kétségessé teszi. [41] A kamrarendszerhez

való viszonya alapján ezt az elváltozást a IV. kamra hydroceléjének [39-41] vagy a Luschka-féle foramen diverticulumának nevezték el. [42]

Az elmúlt három évtized idegsebészeti szakirodalmában alig lehet ennek az elváltozásnak a nyomára bukkanni, összesen két tanulmány említi. Arai és munkatársai 26 kisagy-híd szögleti elváltozással rendelkező beteget elemeztek retrospektív módon, [43] Nelson és munkatársai pedig neuroradiológiai szempontból vizsgálták a kisagy-híd szögletben előforduló patológiákat. [44] Mindkét közlemény említi ugyan a Luschka-féle foramen diverticularis tágulatát, de bemutatott eset nélkül.

2.3.3. *A negyedik kamra kijáratainak obstrukciója*

A FVOO egy olyan kórkép, amely a IV. kamra három kijáratának az egyidejű elzáródásával, valamint a következményesen kialakuló, minden kamrát érintő tágulattal (panhydrocephalus) jellemezhető. [29]

Hasonlóan az apertura lateralis elzáródásához, a FVOO esetén is secunder (amennyiben a kiváltó ok – pl. tumor, vérzés, gyulladás vagy fejlődési rendellenesség – ismert) és primer formákat különböztethetünk meg. Mivel az utóbbiak háttérében más ok nem igazolható, azokat a foramenek ki nem alakulásával (atresia) magyarázzák, amely a pre- valamint perinatalisan manifesztálódó esetekben el is fogadható. A szakirodalomban azonban olyan esetek is megtalálhatók, amelyeknél a hydrocephalus évekkel a születés után, vagy felnőttkorban manifesztálódott. [29-31, 45-50] Ezek pedig nem magyarázhatók azzal a feltételezéssel, hogy a IV. kamra három kijáratából egyik se nyílt volna ki az embrionális fejlődés során. [29]

A Luschka-féle foramenek kétoldali, diverticularis tágulata a kisagy-híd szögletben egy karakterisztikus MRI lelet FVOO-s páciensek esetében. [29-31, 50-57] Noha a diverticulum fala nem minden esetben ábrázolható teljes bizonyossággal a képalkotás során, a kompresszió alatt lévő agyidegek diszlokációja segíti a felismerést. Hasonlóan az előző pontban tárgyalt egy oldali diverticulumhoz, FVOO esetén is megfigyelhető összeköttetés a diverticulumok és a IV. kamra ürege között.

2.4. A septum pellucidum áttekintő anatómiája

A septum pellucidum egy vékony, lemezszerű, neuralis struktúra, amely az oldalkamrák cornu anteriorának és pars centralisának a medialis falát alkotja. [3. ábra]



3. ábra – A septum pellucidum áttekintő makroszkópos képe

Az oldalkamra cornu anteriorának és pars centralisának a medialis falát a septum pellucidum képezi, amely a corpus callosum és a fornix között feszül ki. Az ábrán szaggatott fekete vonal jelzi a septum pellucidum hátárait. Jobb oldali felvétel, medialis irányból. Jelölések: CC: corpus callosum, Fx: fornix; (A szerző saját anyagából.)

A septum klinikai jelentősége a lokalizációjából adódik: a két oldalkamra között ez a struktúra képezi az egyetlen határt a cornu anterior és a pars centralis területén. [58, 59] Endoszkópos fenesztrációja (ESP) a monoventricularis hydrocephalus [60-68] és a szimptomatikus cavum septi pellucidi [69] sebészi kezelésének egy széles körben elfogadott módszere. Az eljárás a biventricularis hydrocephalus speciális eseteiben is indikált lehet (pl. egy, a harmadik kamra elülső részét elfoglaló, a két foramen interventricularét elzáró tumor esetén), amikor a két oldalkamra közötti összeköttetés megteremtése lehetőséget ad az idegsebész számára a szükséges ventricularis katéterek számának csökkentésére. [65]

Az ESP a két septum egyidejű fenesztrációját jelenti egy endoszkópos eljárás során. [65, 67] Míg az operáció indikációi és technikai aspektusai az idegsebészeti szakirodalomban tisztázott tények, [62, 65, 67, 70] addig a fenesztráció optimális pozíciójának kérdése már ellentmondásos.

A szerzők többségének véleménye alapján a fenesztrációt a septumnak egy avascularis területén kell elvégezni. [58, 60, 63-65, 68, 71] A műtét kivitelezése ezáltal biztonságosabbá válik, mivel a potenciális vérzésforrásokat, a vénákat elkerüli az operatőr. Endoszkópos beavatkozások során ugyanis a legkisebb vérzés is fatális következményekkel járhat a teljes látótér hirtelen kiesése következtében. A vénák megőrzésével az agy mélyvénás elvezetése biztosított marad, amely a postoperatív komplikációk számának csökkentéséhez járulhat hozzá. [71]

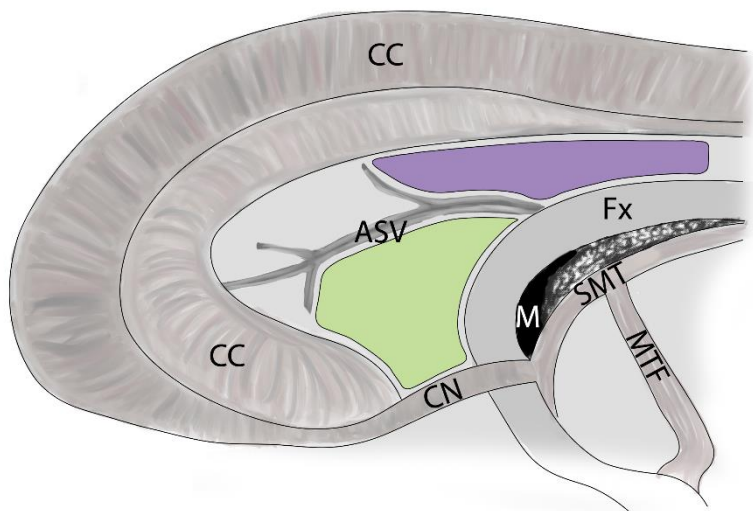
Más szerzők alapján azonban a vénás anatómia nem befolyásolja a septostomia helyét, a vv. septales kauterizációját biztonsággal kivitelezhetőnek tartják. [67, 70]

A septum pellucidum vascularis anatómiájával, a vv. septales lefutási mintázataival az ESP szemszögéből korábban több tanulmány is foglalkozott. Vinas és munkatársai 10 humán agykészítményen (20 septa pellucida) két konstans avascularis területet azonosítottak: 1) a corpus callosum és a v. septalis anterior közötti területet és 2) a v. septalis anterior és a septum pellucidum dorsalis széle közötti területet. Amennyiben kettő vagy több vénás főtrzs található a septum pellucidumon, akkor közöttük is kialakulnak avascularis régiók. [58] **[4. ábra]**

Az ESP során mindkét oldali septum pellucidum fenesztrációra kerül, azonban a feltárás csak az azonos oldali vénás anatómia megfigyelésére ad lehetőséget. A másik oldal vénái a septum vastagságától függően rejtve maradhatnak az eljárás során, ami a vv. septales szimmetriájának fontosságát hangsúlyozza. Roth és munkatársai 16 humán agypreparátum felhasználásával vizsgálták ezt a kérdést. Eredményeik alapján a foramen interventricularétól dorsalisán minden esetben található egy olyan terület, amely függetlenül a vv. septales lefutási mintázatától, sosem tartalmaz nagy kaliberű vénát, és kellő méretű ahhoz, hogy a fenesztráció biztonsággal kivitelezhető legyen. [71]

Az a tény, hogy a septum pellucidum neuralis elemeket tartalmaz, széles körben elfogadott a szakirodalomban. [58, 72-74] Sebészi topografikus anatómiájuknak a leírása

azonban hiányzik, így ezek a struktúrák nincsenek figyelembe véve az ESP tervezése és a feneztráció optimális helyének a meghatározása során.



4. ábra – A septum pellucidum avascularis területei

A septum pellucidumon két avascularis terület található konstansan: 1) a v. septalis anterior és a corpus callosum között (zöld terület); 2) a v. septalis anterior és a septum pellucidum dorsalis széle között (lila terület). Amennyiben két vagy több v. septalis főtrözs van jelen, a közöttük lévő területek alkotják a septum pellucidum további avascularis régióit. Jobb oldali ábra, medialis irányból. Jelölések: ASV: v. septalis anterior, CC: corpus callosum, CN: caput nuclei caudati, Fx: Fornix, M: foramen interventriculare, MTF: fasciculus mamillothalamicus, SMT: stria medullaris thalami; (A szerző saját rajza.)

2.5. A rostozás technikájáról általában

A fehérállomány szerkezetvizsgálatának a története egészen a 15. századig, Vesaliusig nyúlik vissza. A kezdeti próbálkozásoknak a 17. században megjelenő alkoholos fixálás és egy új technika megjelenése, a rostok felszínről történő lekaparása adott újabb lendületet. Később többen is finomították az eljárást, amivel egyre részletesebb képet lehetett alkotni a fehérállományról, [75] de a legnagyobb előrelépést Josef Klingler érte el az általa kidolgozott eljárással az 1930-as évek közepén. [76]

A Klingler módszer szerint a koponyaúrból eltávolított agyakat először alacsony koncentrációjú (kb. 5%-os) formalinban szükséges minimum 2-3 hónapig fixálni, majd két hétig -10-15 °C-on fagyasztani. [76] A formalin alacsony koncentrációja és hosszú behatási ideje biztosítja, hogy a preparátumok centrális részei is megfelelően fixálódjanak.

A fehérállomány megnövekedett preparálhatóságát azzal magyarázta Klingler, hogy az alacsony koncentrációjú formalin nem tud nagy effektivitással a rostokat körülvevő myelinhüvelybe penetrálni, így a rostok között nagyobb mennyiségben marad. Fagyasztáskor a képződő jégkristályok szétfeszítik a szomszédos rostokat azok károsítása nélkül. [76, 77]

Zemmoura és munkatársai igazolták Klingler ezen magyarázatát. Formalinban és glutáraldehidben fixált humán agyakon végeztek fény- és elektronmikroszkópos vizsgálatokat azok fagyasztása előtt és után. A formalinban fixált, majd fagyasztott agyak kapcsán a következő megfigyeléseket tették: 1) az axonok folytonossága és a myelinhüvelyek integritása nem sérül; 2) az idegrostok között lacunák képződnek; és 3) az idegrostokat összetartó oligodendroglia sejtek a fagyasztás következtében fragmentálódnak. Mindezen tényezők együttesen járulnak hozzá a fehérállomány könnyebb preparálhatóságához. [78]

A rostozás legnagyobb előnye, hogy lehetővé teszi a fehérállományi pályák 3 dimenzióban történő, kézzelfogható ábrázolását. A szakirodalom azonban számos kritikát is megfogalmazott az eljárással szemben.

A módszer egyik hátránya a nagy időigényessége. [79-81] Ez már a preparátumok előkészítésénél is megfigyelhető, hiszen csak ez a fázis több hónapot igényel. A rostok sérülékenysége különös óvatosságot követel meg a preparálás során, amely pedig tovább növeli a ráfordítandó időt.

A rostozás emellett nagyfokú elméleti és gyakorlati felkészültséget igényel a preparálótól, ám ezek birtokában sem csökken a szükséges időmennyiség. [79-83] Megfelelő gyakorlat esetén is előfordulhat, hogy a kész preparátum a felszínen sérült és/vagy szakadt rostokat tartalmaz, amely – főleg kis terület preparálása esetén – megnehezítheti a látottak értékelését (pl. pontosan melyik pályához tartozik az adott rost) és így hibás eredményhez vezethet. A módszerrel szemben megfogalmazott kritikák

közül ez a legerősebb. A szakadt és sérült rostok eltávolítása a felületről ugyan segíthet ennek a kivédésében, azonban ez tovább növeli a szükséges időráfordítást. Az esztétikailag szép preparátumok nagy mennyiségű rost egyidejű eltávolításával hozhatók létre, [79] azonban ez nem kivitelezhető a kevés rostból álló pályák esetén.

A klasszikus eljárás szerint a kéregállomány a preparáció első lépéseiben eltávolításra kerül, amely a későbbiekben megnehezíti annak az értékelését, hogy mely kérgi területek vannak egy adott pálya által összekötve. A rostozás módszerének módosításával, mint pl. a kéregállomány megtartásával („cortex sparing fiber dissection”), [83] valamint a preparáció lépéseinek a dokumentálásával (pl. lézeres felületi regisztráció a FIBRASCAN esetén, [81] fotódokumentáció) ez a hátrány kiküszöbölhető.

A kereszteződő pályák hasonló problematikával rendelkeznek. Az egyik pálya ábrázolása csak a másik eltávolítása árán valósítható meg, ráadásul ezen területek preparációja különösen nehéz. [79, 81]

A rostozás felbontása milliméter alatti, amely közel megegyezik a tractographiás eljárások felbontóképességével, így a rostozást azok validációs eljárásaként is számon tartják. [81] A módszer felbontóképességét azonban így is érték kritikák, mivel léteznek olyan szövettan alapú eljárások, pl. polarizált fény felhasználásával, amelyek a rostok pontos orientációjának meghatározására sokkal érzékenyebben képesek. [84-86] Ezek hátránya azonban a szövettani módszerből ered: a térérzet elveszik, ezek is időigényesek, továbbá egy teljes humán hemispherium feldolgozására már nehezen alkalmazhatók. [81]

A rostozás számos limitációval rendelkezik, de megfelelő gyakorlat esetén ezek nem befolyásolják a használhatóságát. A módszer alkalmas kutatásra, valamint graduális és posztgraduális oktatásra is.

3. Célkitűzések

Jelen dolgozat célkitűzései a következő pontokban foglalhatók össze.

Az apertura lateralis vizsgálata során:

- A Bochdalek-féle virágkosár mikrosebészeti anatómiájának és morfometriájának leírása.
- A zárt variációjú Luschka-féle foramen makro- és mikroszkópos anatómiájának leírása.
- A zárt apertura lateralis és a kisagy-híd szögletben előforduló cysticus elváltozások között fennálló viszony vizsgálata.
- A Luschka-féle diverticulum patomechanizmusának vizsgálata.

A septum pellucidum vizsgálata során:

- A septum pellucidum alkotásában részt vevő neuralis elemek sebészi topografikus anatómiájának leírása.
- A neuralis elemeknek a vv. septales lefutási mintázataihoz, valamint a septum pellucidum területén leírt avascularis területekhez való viszonyának vizsgálata.
- A feneztrációra optimális hely meghatározása ESP során mind a vénás, mind pedig a neuralis alkotóelemek anatómiájának a figyelembevételével.

4. Módszerek

A jelen dolgozatban tárgyalt vizsgálatok mindegyikéhez formalinban fixált humán agykészítmények kerültek felhasználásra. A cadaverek a Semmelweis Egyetem Halottkezelési Szabályzatának megfelelően oktatási és kutatási célú felajánlással kerültek a Semmelweis Egyetem Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézetébe.

4.1. *Az apertura lateralis vizsgálata*

4.1.1. *A Bochdalek-féle virágkosár vizsgálata*

A Bfb mikrosebészeti anatómiájának vizsgálatához 42 darab preparátum (84 kisagy-híd szöglet) került felhasználásra. A feldolgozás lépései a következők voltak:

- A cisterna pontocerebellarist határoló külső arachnoidea eltávolítása.
- A Bfb azonosítása, valamint legnagyobb kiterjedésének meghatározása a frontális, és a horizontális síkban.
- A plexus choroideus és a kisagy-híd szögleti érkepletek viszonyának a vizsgálata, a közöttük lévő legkisebb távolság megmérése.
- A plexus choroideus és a kisagy-híd szögletben futó agyidegek viszonyának vizsgálata, a közöttük lévő legkisebb távolság megmérése.
- A plexus choroideus és az apertura lateralis viszonyának vizsgálata.
- A plexus choroideus eltávolítása és az apertura lateralis dimenzióinak megmérése a nyílás hosszabb és rövidebb tengelye mentén.

A morfometriai vizsgálatok sebészi vonalzóval (Codman surgical ruler, Integra LifeSciences, USA) kerültek kivitelezésre. A két oldal közötti szimmetria vizsgálata során a plexus choroideus cisternalis szakaszának a felületadatai kerültek összehasonlításra. A területek mérése a Fiji (verzió: 1.51d) szabad forráskódú képfeldolgozó szoftverrel történt. [87] A statisztikai elemzés az R programnyelv (R Software version 3.3.1; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) segítségével készült. Az oldalak adatai között fennálló különbségnek a normális eloszlása Shapiro-Wilk teszttel került ellenőrzésre, az összehasonlítás pedig párosított t-próba alkalmazásával történt. A statisztikai szignifikancia szintje mind a normalitás vizsgálatokor, mind pedig a két oldal összehasonlításakor $p < 0,05$ volt.

4.1.2. *A zárt apertura lateralis vizsgálata*

A zárt apertura lateralis vizsgálata során a Bfb kapcsán feldolgozott 42 preparátum további 19-cel került kiegészítésre, így összesen 61 darab agykészítmény (122 aperturae laterales) került felhasználásra. A vizsgálat lépései a következők voltak:

- A cisterna pontocerebellarist határoló külső arachnoidea eltávolítása.
- A Bfb azonosítása, majd a nIX, nX és a nXI felemelésével a rhomboid lip és az apertura lateralis láthatóvá tétele.
- Nyitott variáns esetén további lépések nem történtek.
- Zárt variáció esetén az obstrukciót okozó struktúra makroszkópos megjelenésének és a környező struktúrákhoz való viszonyának elemzése.
- A zárt apertura lateralisnak a recessus lateralisszal együtt történő eltávolítása és az így nyert szövetdarab felezése a recessus lateralis hossz tengelye mentén.

A kapott szövetdarabok előkészítése a szövettani vizsgálatra a következő lépésekkel történt:

- Fixálás 8%-os pufferelt formalinban további egy hétig.
- Paraffinba történő beágyazás.
- 7 µm – 12 µm vékony metszetek metszése száncás mikrotóm alkalmazásával.
- A metszetek festése 1) hematoxylin-eozinnal (HE); 2) Luxol fast blue és krezilibolya kombinációjával; 3) Azan festéssel (intézetünk szövettani protokollja alapján); valamint Gallyas-szerinti ezüstimpregnációval [88] történt.

Kontroll szövettani vizsgálat céljából három eltérő méretű rhomboid lippel rendelkező nyitott apertura lateralis és egy, a leptomeninx minden rétegével rendelkező kisagyi felszín (a kisagyi hemispherium suboccipitalis felszínéből) került ugyanezen protokoll szerint előkészítésre.

A morfometriai mérések a Fiji (verzió: 1.51d) szabad forráskódú képfeldolgozó szoftver segítségével történtek. [87]

4.1.3. *Klinikai vizsgálatok*

2014 és 2017 között a stuttgarti Katharinenhospital idegsebészeti klinikáján szimptomatikus, egyoldali kisagy-híd szögleti cysticus elváltozással operált páciensek

anamnesztikus adatai, pre- valamint postoperatív képalkotó felvételei, intraoperatív videófelvételei és postoperatív neuropatológiai leletei retrospektív analízisre kerültek. Tekintettel a vizsgálat retrospektív jellegére és az anonimizált adattárolásra, etikai engedély nem volt szükséges. A jelen dolgozatban elvégzett vizsgálatok semmilyen módon nem befolyásolták a betegek ellátásának menetét.

4.2. *A septum pellucidum vizsgálata*

A septum pellucidum vizsgálatához 9 darab agykészítmény (18 septa pellucida) került felhasználásra. A vizsgálat lépései a következők voltak:

- A mindkét septa pellucidát tartalmazó centrális blokk eltávolítása az agyból.
- Ezek további két hétig, 5%-os formalinban történő fixálása.
- Ezt követően 7 preparátum esetén 2 hétig -30 °C-on történő fagyasztás, majd folyó hideg víz melletti felolvasztás.

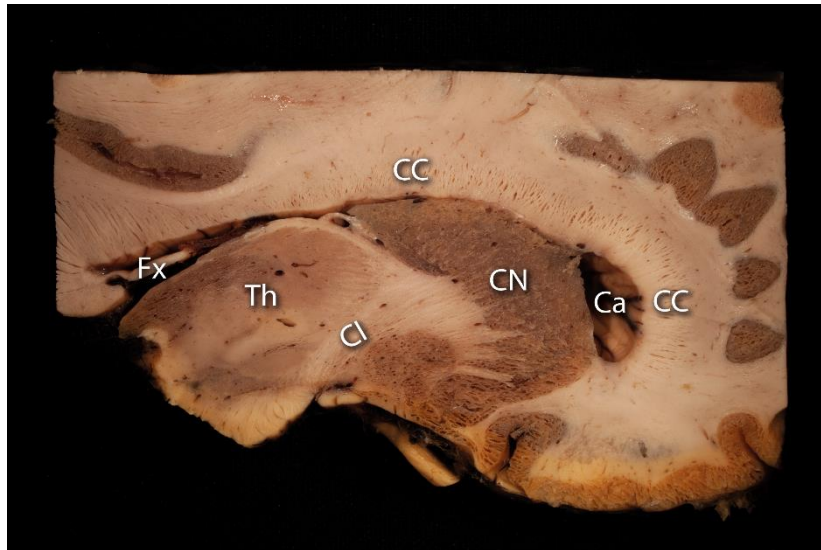
A centrális blokkok határai a következők voltak: superior és anterior irányban a gyrus cingulin áthaladó síkok; posterior irányban a lamina quadrigeminalison áthaladó frontalis sík; és lateralis irányban a septum pellucidumtól 0,5-1 cm-re lateralisán elhelyezkedő sagittalis sík. [5. ábra] Az agytörzs a centrális blokk kivágása előtt minden esetben eltávolításra került a preparátumról.

A rostozáshoz saját gyártású fa eszközök, mikrosebészeti csipeszek (Medi-Dentech Kft., Magyarország) és operációs mikroszkóp (OPMI I, Carl Zeiss AG, Oberkochen, Németország) került felhasználásra. A disszekciók között a preparátumok 5%-os formalinban kerültek raktározásra, míg hosszabb szünet esetén újra lettek fagyasztva -30 °C-on. A morfometriai mérésekhez a Fiji (verzió: 1.51d) szabad forráskódú képfeldolgozó szoftver került használatra. [87]

A rostozással kapott eredmények validálása céljából két preparátum centrális blokkja került szövettani vizsgálatra, melynek előkészítő lépései a következők voltak:

- A disszekciók tapasztalatai alapján 5 blokkra vágás a frontalis síkban.
- 8%-os puffertelt formalin oldatban a blokkok további egy hétig történő fixálása, majd paraffinba történő beágyazása.
- 10 µm vékony metszetek készítése szánkás mikrotóm alkalmazásával.

- A metszetek festése 1) hematoxylin-eozinnal; 2) Luxol fast blue és krezilibolya kombinációjával; és 3) Luxol fast blue és pikroszíruszörös kombinációjával. (intézetünk szövettani protokollja alapján).



5. ábra – A kiindulási preparátum áttekintő képe

A mindkét septa pellucidát tartalmazó centrális blokk határai superior és anterior irányból a gyrus cingulin, posterior irányból a lamina quadrigeminalison áthaladó, lateralisán pedig a septum pellucidum mellett 0,5-1 cm-rel elhaladó síkok voltak. Jobb oldali felvétel, lateralis irányból. Jelölések: Ca: cornu anterius ventriculi lateralis, CC: corpus callosum, CI: capsula interna, CN: caput nuclei caudati, Fx: fornix, Th: thalamus

4.3. A fotódokumentáció

A preparatív munka minden lépésében milliméterskálával kiegészített fotódokumentáció készült. A fényképek Canon EOS 5D Mark I, illetve Mark II vázzal, 50 mm és 100 mm-es makroobjektívvel és Twin Light vagy Ring Light makrovakuval (Canon Inc, Tokió, Japán) illetve esetenként műtermi megvilágítással készültek.

4.4. Munkamegosztás

A jelen dolgozatban ismertetett cadaver és szövettani vizsgálatok kivitelezése Bárány László munkái, a klinikai vizsgálatok Kurucz Péter nevéhez fűződnek.

5. Eredmények

5.1. *A Bochdalek-féle virágkosár*

A Bfb a kisagy-híd szöglet felső és alsó neurovascularis csoportjának határán elhelyezkedő struktúra, amely alkotásában két anatómiai képlet, a IV. kamra plexus choroideusának az apertura lateralison keresztül kitüremkedő része, valamint az ezt ventralis irányból fedő vékony lemez, a rhomboid lip vesz részt.

5.2. *A plexus choroideus morfológiája, morfometriája*

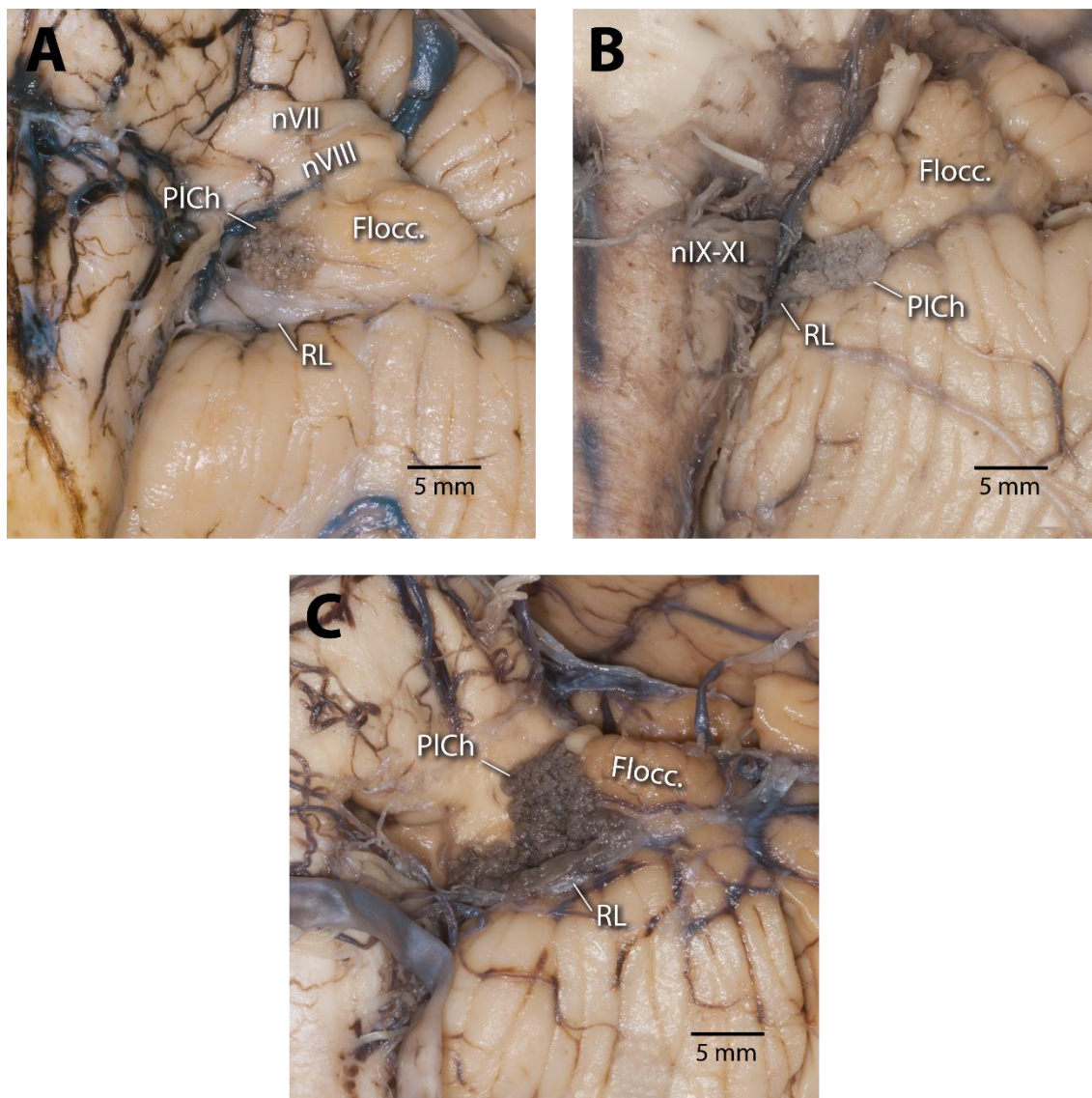
A megvizsgált 84-ből 77 esetben (91,67%) volt jelen plexus choroideus a kisagy-híd szögletben. Ez az alakját tekintve 43/84 esetben (51,19%) gömbszerű, [6. ábra / A] 25/84 esetben (29,76%) elnyújtott [6. ábra / B] és 9/84 esetben (10,71%) egy nyomtatott L betűhöz volt hasonló. [6. ábra / C] 6/84 kisagy-híd szöglet esetén (7,14%) egy vékony membrán volt a Bfb helyén található, amely az apertura lateralist is elfedte. 1/84 esetben (1,19%) nyitott apertura volt azonosítható a kisagy-híd szögletben, de ezen keresztül nem jelent meg plexus choroideus a cisternában.

A plexus choroideus cisternalis szakaszának az átlagos kiterjedése a frontalis síkban $6,62 \pm 2,49$ mm (2,00-14,00 mm), a horizontalis síkban pedig $5,66 \pm 2,31$ mm (1,50-14,00 mm) volt. Az összesített átlagos felület $25,80 \pm 16,69$ mm² (3,07-109,83 mm²), míg oldalakra lebontva: a bal oldalon $24,55 \pm 13,59$ mm² (3,82-52,31 mm²), a jobb oldalon pedig $26,96 \pm 19,23$ mm² (3,07-109,83 mm²) volt.

A területek adatait statisztikai eszközökkel összehasonlítva a két oldal között nem mutatkozott szignifikáns különbség ($p=0,17$), amely alapján a bal és a jobb oldali Bfb normál anatómiai variáció esetén szimmetrikusnak tekinthető.

5.3. *A rhomboid lip morfológiája, morfometriája*

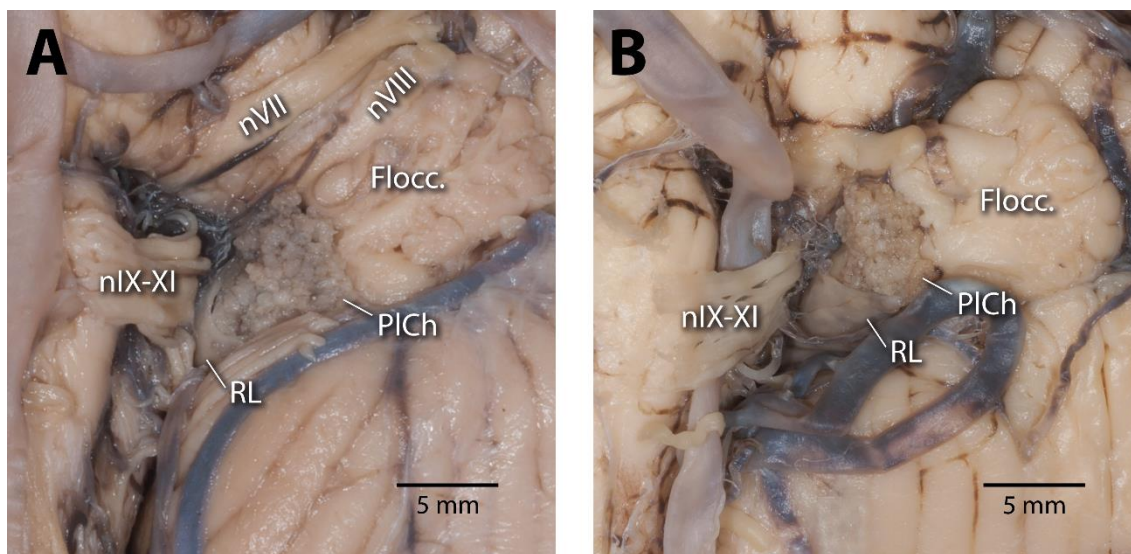
A rhomboid lip egy vékony, lapszerű neuralis struktúra, amely a recessus lateralis elülső falának és az apertura lateralis medialis határának az alkotásában vesz részt. Lateralis része megjelenik a kisagy-híd szögletben, és különböző mértékben beborítja az ott elhelyezkedő plexus choroideust.



6. ábra – A kisagy-híd szögletben megjelenő plexus choroideus morfológiájának anatómiai variációi

A kisagy-híd szögletben elhelyezkedő Bochdalek-féle virágkosarat két struktúra, a plexus choroideus és a rhomboid lip alkotja. Az esetek többségében a plexus choroideus gömbhöz hasonló megjelenéssel rendelkezett (A kép). Gyakoriságban ezt az elnyújtott forma (B kép) követte. A legritkább variáció a nyomtatott L betűhöz hasonló volt. (C kép). Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: Flocc.: flocculus, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip; (módosított ábra [89] alapján)

Alakját tekintve a rhomboid lip 55/84 esetben (65,48%) háromszögletű, 23/84 esetben (27,38%) pedig négyszögletű volt. [7. ábra] 6/84 kisagy-híd szöglet esetén (7,14%) nem volt egyik kategóriába sem besorolható a nagy mérete miatt.



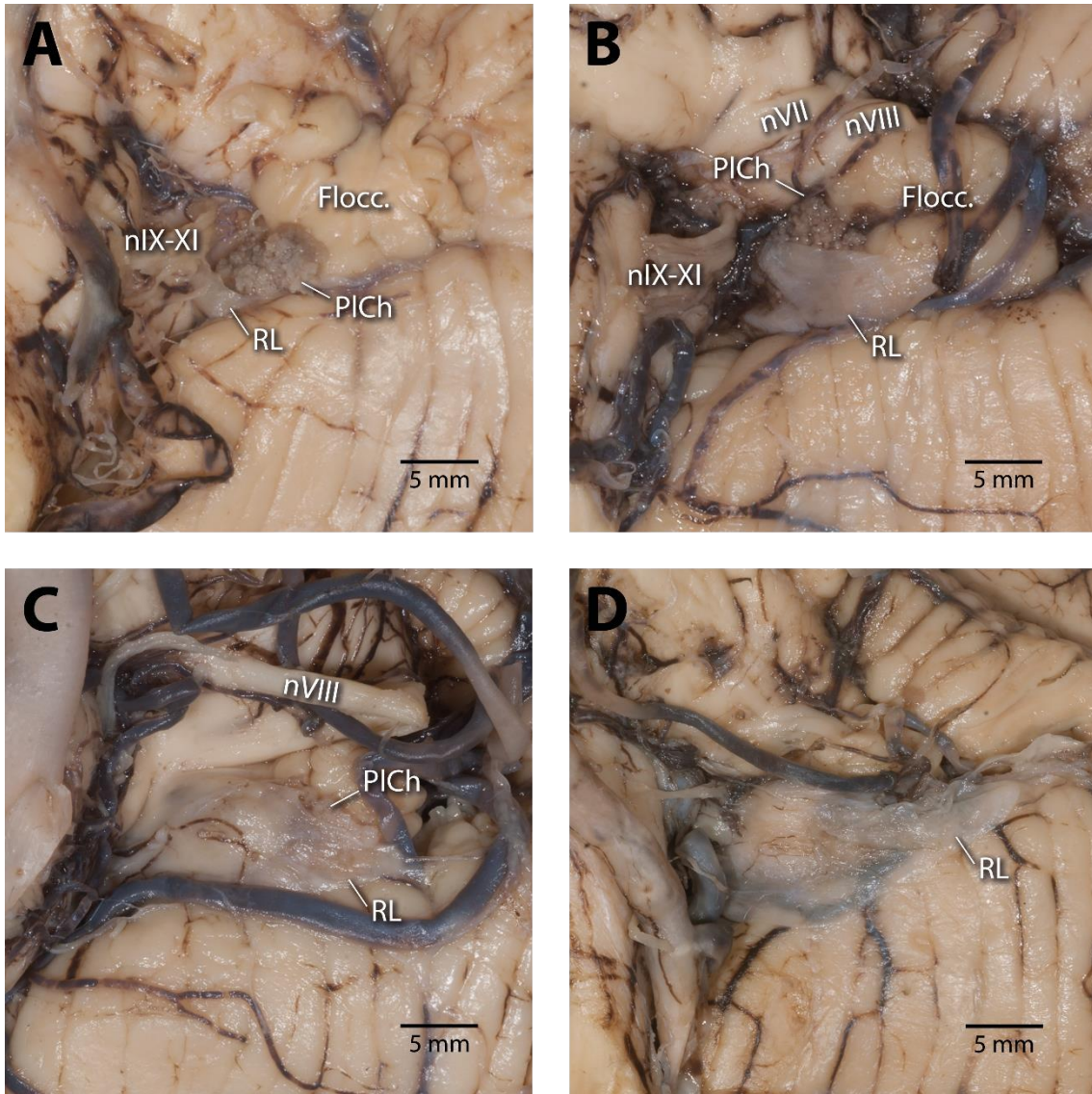
7. ábra – A rhomboid lip morfológiájának variációi

A Bochdalek-féle virágkosarat a plexus choroideus mellett a rhomboid lip alkotja. Ennek megjelenése két fő variációt mutatott: az esetek többségében háromszögletű (A kép), míg a többi esetben négyszögletű formával (B kép) rendelkezett. Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: Flocc.: flocculus, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip

Méretének átlagos kiterjedése a frontális síkban $6,41 \pm 3,45$ mm (1,00-15,00 mm), míg a horizontális síkban $4,42 \pm 1,70$ mm (1,00-9,00 mm) volt.

A plexus choroideus és a rhomboid lip közötti viszony a következőképpen alakult: 53/84 kisagy-híd szöglet esetén (63,10%) a rhomboid lip a plexus choroideusnak csak a proximalis részét fedte. [8. ábra / A] 16/84 esetben (19,05%) elérte annak felét, [8. ábra / B] 8/84 esetben (9,52%) pedig csaknem teljes volt a fedés, de a distalis póluson egy, az apertura laterálisnak megfelelő kis nyílás maradt szabadon, amelyen keresztül a plexus choroideus a cavum subarachnoidealet elérte. [8. ábra / C] 6/84 esetben (7,14%) a rhomboid lip egy membránt kialakítva teljesen elfedte a plexus

choroideust, miközben az apertura lateralist is teljesen elzárta. [8. ábra / D] 1/84 esetben (1,19%) a plexus choroideus és a rhomboid lip viszonya nem volt értelmezhető az előbbi struktúra hiányának következtében.

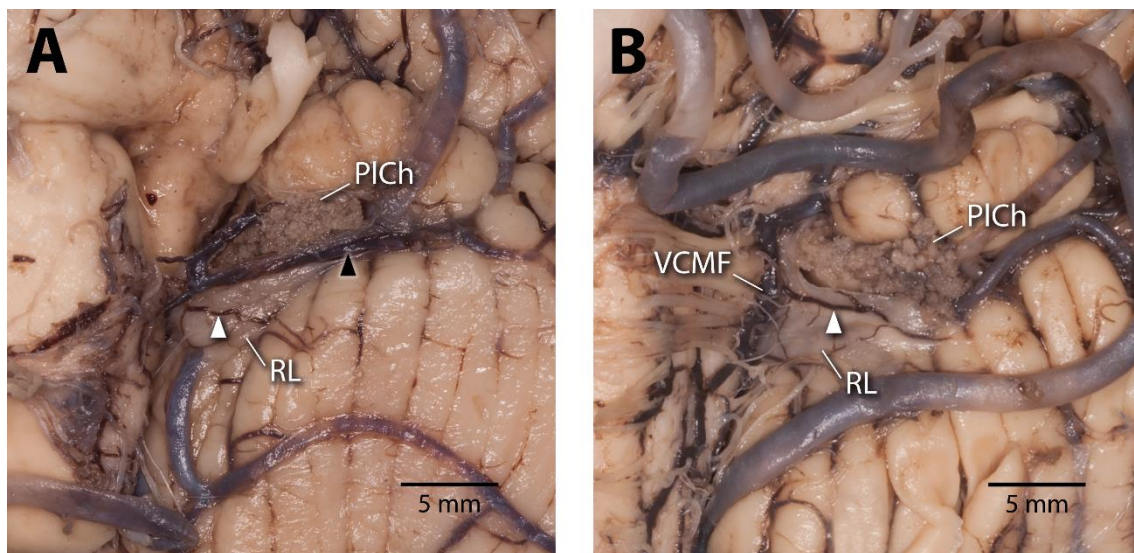


8. ábra – A plexus choroideus és a rhomboid lip egymáshoz való viszonya

A plexus choroideus és a rhomboid lip viszonya alapján a megvizsgált kisagy-híd szögletek négy csoportba voltak besorolhatók. A plexus choroideus fedett részének aránya az A-tól a D képig folyamatosan nő: A) csak a proximalis rész fedett, B) a fele fedett, C) a distalis rész is fedett, de egy apró, az apertura lateralisnak megfelelő nyílás azonosítható, amelyen keresztül a plexus choroideus felismerhető, és D) a rhomboid lip

teljesen elfedi a plexus choroideust. Az egyes variációk előfordulási gyakorisága A-tól D-ig fokozatosan csökken. Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: Flocc.: flocculus, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip; (módosított ábra [89] alapján)

A vizsgálatok során a rhomboid lip minden esetben (77/84; 91,67%) könnyen emelhető volt az alatta elhelyezkedő plexus choroideustól. 7/84 esetben (8,33%) nem került vizsgálatra ez a viszony a Bfb-at és az apertura lateralist elfedő membrán, vagy a Bfb-at alkotó plexus choroideus hiánya miatt. A cisternalis, külső felszínén 19/84 esetben (22,62%) különböző kaliberű vénák voltak megfigyelhetők, amelyek a fissura cerebellomedullaris vénája (vein of cerebellomedullary fissure) felé drenáltak. [9. ábra / A] Ez a véna 15/84 esetben (17,86%) érintkezett a rhomboid lippel. [9. ábra / B]



9. ábra – A rhomboid lip cisternalis felszínén elhelyezkedő vénák

A rhomboid lip cisternalis felszínén az esetek 22%-ában voltak vénák megfigyelhetők. Ezek többnyire kis kaliberűek voltak (fehér nyílhegy az A és a B képen), de néhány esetben a közel egy mm-es átmérőt is elérhették (fekete nyílhegy az A képen). Ezek gyűjtővénája, a fissura cerebellomedullaris vénája az esetek kb. 18%-ában állt a rhomboid lippel érintkezésben. (B kép) Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések:

PlCh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip, VCMF: a fissura cerebellomedullaris vénája; (módosított ábra [89] alapján)

5.4. *Az apertura lateralis*

A IV. kamrát a kisagy-híd szöglettel összekötő apertura lateralis ovális alakkal rendelkezett az azonosítható esetekben (78/84; 92,86%). 6/84 kisagy-híd szöglet esetén (7,14%) a jelentős méretű rhomboid lip által alkotott membrán elfedve a forament megakadályozta annak a vizsgálatát.

A Luschka-féle nyílások szélességének az átlaga $6,08 \pm 2,51$ mm (2,00-13,00 mm), magasságának az átlaga pedig $2,53 \pm 1,16$ (1,00-6,00 mm) volt a nyílás tengelyében mérve.

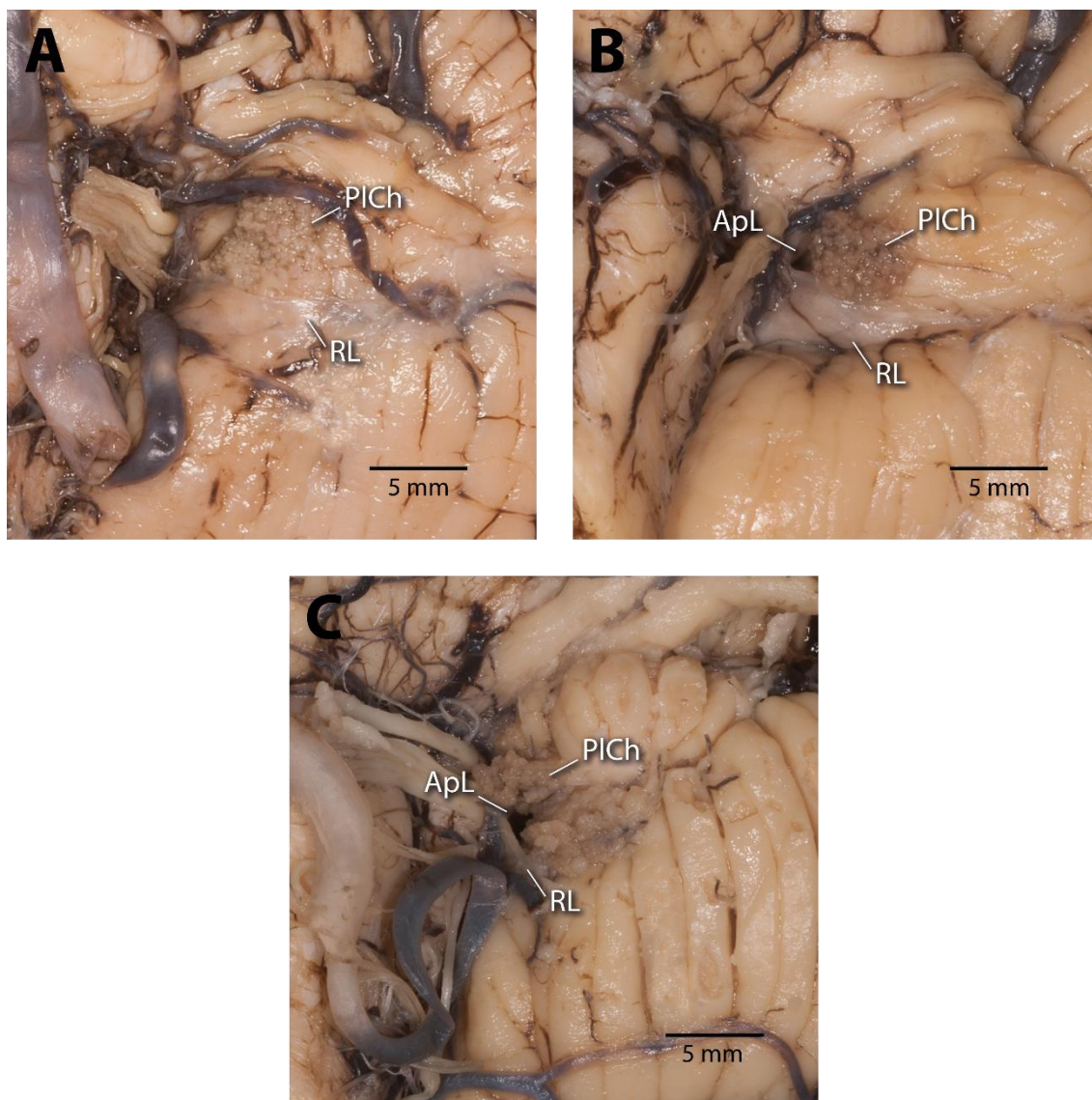
A plexus choroideus és az apertura lateralis egymáshoz a következőképpen viszonyult: a plexus choroideus az apertura keresztmetszetét 32/84 esetben (38,10%) teljesen kitöltötte. [10. ábra / A] Ez azonban nem befolyásolta a kamrarendszer és a külső liquorterek kommunikációját, amelyet a rhomboid lip felemelése és a foramen szondázhatósága bizonyított. 45/84 esetben (53,57%) a plexus choroideus nem töltötte ki teljesen a rendelkezésre álló teret: 25/84 készítményen (29,76%) egy kisebb, [10. ábra / B] míg 20/84 esetben (23,81%) egy nagyobb, [10. ábra / C] szabadon átjárható tér maradt mellette. 6/84 esetben (7,14%) ez a viszony nem volt vizsgálható az itt jelenlévő membrán miatt. 1/84 készítményen (1,19%) pedig a foramen teljes mértékben átjárható volt a plexus choroideus cisternalis szakaszának a hiánya miatt.

5.5. *Vascularis viszonyok*

A Bfb-t alkotó plexus choroideus, valamint a kisagy-híd szöglet területét ellátó három nagy artéria, az a. vertebralis (AV) – a. basilaris (AB) rendszer és az ezekből eredő AICA és PICA viszonya a következő variációkat mutatta.

A plexus choroideus és az AICA lateralis postmeatalis szegmense között direkt kontaktus volt megfigyelhető 20/84 esetben (23,81%). A közöttük lévő távolság 2 mm alatti volt 3/84 (3,57%), 2 mm feletti pedig 54/84 esetben (64,28%). [11. ábra]

A plexus choroideus és a PICA anterior medullaris szegmense 6/84 esetben (7,14%) érintkezett egymással. A közöttük lévő távolság 2 mm alatti volt 4/84 (4,76%), 2 mm feletti pedig 67/84 kisagy-híd szöglet esetén (79,76%). [11. ábra]



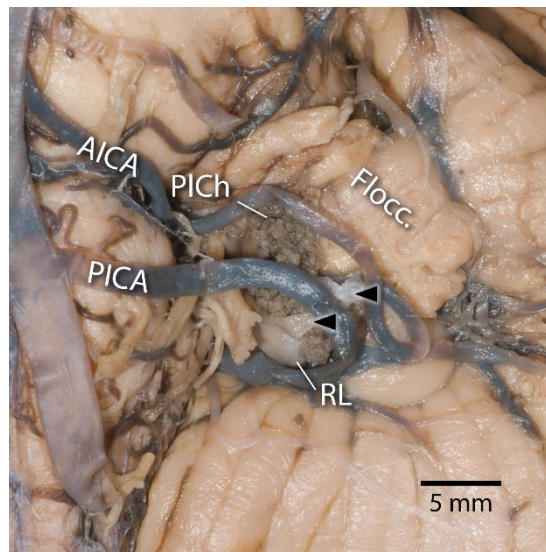
10. ábra – A plexus choroideus és az apertura lateralis viszonya

Az apertura lateralis és a rajta áthaladó plexus choroideus egymáshoz való viszonya a következőképpen alakult az egyes preparátumokon: A) az apertura lateralist teljesen kitöltötte a rajta áthaladó plexus choroideus, de nem zárta el, a foramen a liquor számára továbbra is átjárható maradt; B) a plexus choroideus mellett egy kisebb, szabadon nyitott része maradt a nyílásnak; C) a plexus choroideus mellett egy nagyobb szabad rész volt

látható. Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: ApL: apertura lateralis, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip

A plexus choroideus cisternalis felszíne az AV-szal egy esetben sem (0/84; 0%) érintkezett. 4/84 oldalon (4,76%) a közöttük lévő távolság 2 mm alatti, míg 73/84 esetben (86,90%) 2 mm feletti volt. A két képlet közötti 2 mm-nél kisebb távolságot 2/4 esetben (50%) a vertebrobasilaris rendszer kanyargós lefutása okozta.

A Bfb-t alkotó plexus choroideus és az érképletek közötti viszony 7/84 esetben (8,33%) nem volt értelmezhető a kisagy-híd szögletben jelen lévő membrán, vagy a plexus choroideus cisternalis szakaszának a hiánya miatt.



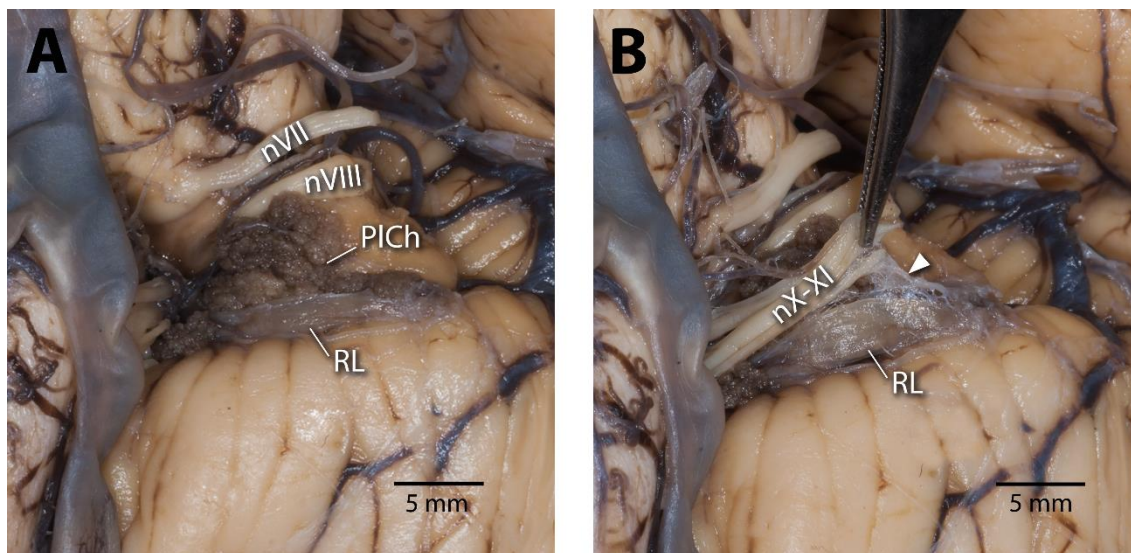
11. ábra – A Bochdalek-féle virágkosár viszonya a kisagy-híd szöglet érképleteihez

A Bochdalek-féle virágkosár érintkezésben állhat az a. cerebellaris inferior anteriorral és az a. cerebellaris inferior posteriorral is. Az ábrán látható esetben mindkét érrel kontaktus állt fenn. A rhomboid lip tüskeszerű meghosszabbodása (fekete nyílhegyek) a flocculuson letapadva az apertura lateralist két részre osztotta, amelyeken plexus choroideus haladt át. Bal oldali felvétel, anterior és inferior irányból. Rövidítések: AICA: a. cerebellaris inferior anterior, Flocc.: flocculus, PICA: a. cerebellaris inferior posterior, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip; (módosított ábra [89] alapján)

5.6. A Bochdalek-féle virágkosár viszonya az agyidegekhez

A Bfb a cisterna pontocerebellarison áthaladó agyidegek cisternalis szakaszának közelében helyezkedik el. A nVII agytörzsi kilépési és a nVIII belépési zónája a Bfb-tól cranialisan, míg a sulcus parolivaris lateralis (a nIX, nX és a nXI kilépési pontja az olivától lateralisan) a Bfb-tól medialisan helyezkedik el.

A nVIII cisternalis szegmense és a Bfb-at alkotó plexus choroideus közötti átlagos távolság $1,42 \pm 1,6$ mm (0-8 mm) volt. Köztük direkt kontaktus 39/84 esetben (46,42%) volt megfigyelhető. 21/84 oldalon (25%) a köztük lévő távolság 2 mm alatti, míg 17/84 esetben (20,23%) 2 mm feletti volt. 7/84 készítményen (8,33%) ez a viszony nem volt értelmezhető az apertura lateralist elzáró membrán vagy a plexus choroideus cisternalis szakaszának hiánya miatt. [12. ábra / A]

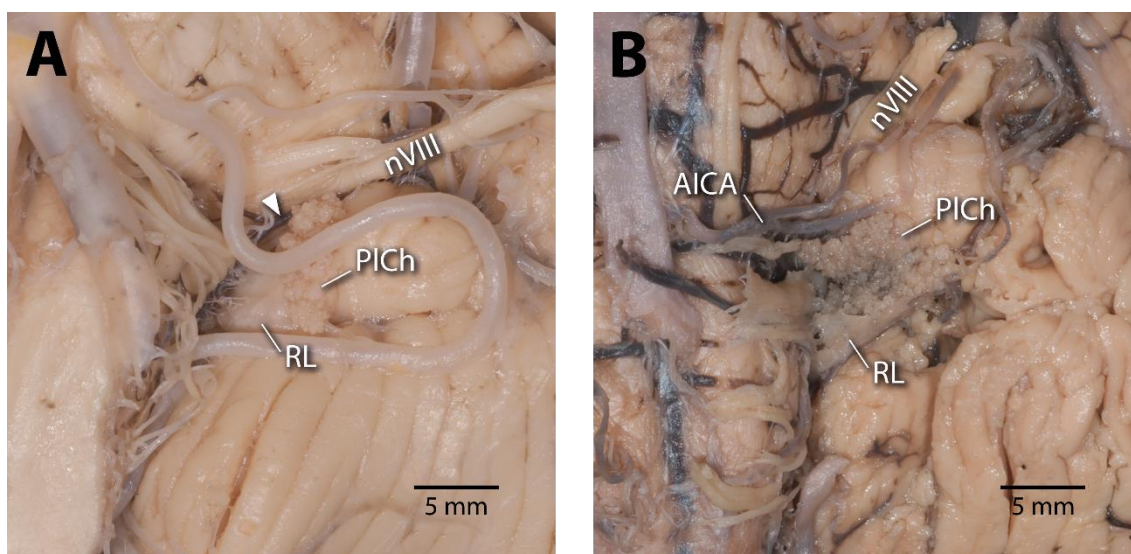


12. ábra – A Bochdalek-féle virágkosár viszonya a környező agyidegekhez

A Bochdalek-féle virágkosár a n. facialis és n. vestibulocochlearis be- és kilépési zónájától caudalisan, míg a n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius eredésétől lateralisan helyezkedett el. A n. vestibulocochlearis cisternalis szakasza és a plexus choroideus az esetek közel felében érintkezett egymással (A kép). A rhomboid lip, valamint a n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius között az esetek több mint 2/3-ában arachnoidealis trabeculák (fehér nyílhegy) voltak találhatóak. (B kép). Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: nVII: n. facialis, nVIII:

n. vestibulocochlearis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip; (módosított ábra [89] alapján)

Az esetek többségében (51/84; 60,71%) nem helyezkedett el semmilyen képlet sem a nVIII agytörzsi belépési zónája és a Bfb között. 19/84 kisagy-híd szögletben (22,62%) egy, a fissura cerebellomedullaris vénájába drenáló kis véna futott a két struktúra között. [13. ábra / A] 4/84 esetben (4,76%) az AICA premeatalis szegmense, [13. ábra / B] míg 3/84 esetben (3,57%) az artéria mellett az előbb említett kis véna is megfigyelhető volt közöttük. Ez a viszony 7/84 esetben (8,33%) nem volt értelmezhető a kisagy-híd szögletben jelen lévő membrán, vagy a plexus choroideus hiánya miatt.



13. ábra – A Bochdalek-féle virágkosár és a *n. vestibulocochlearis* közötti képletek

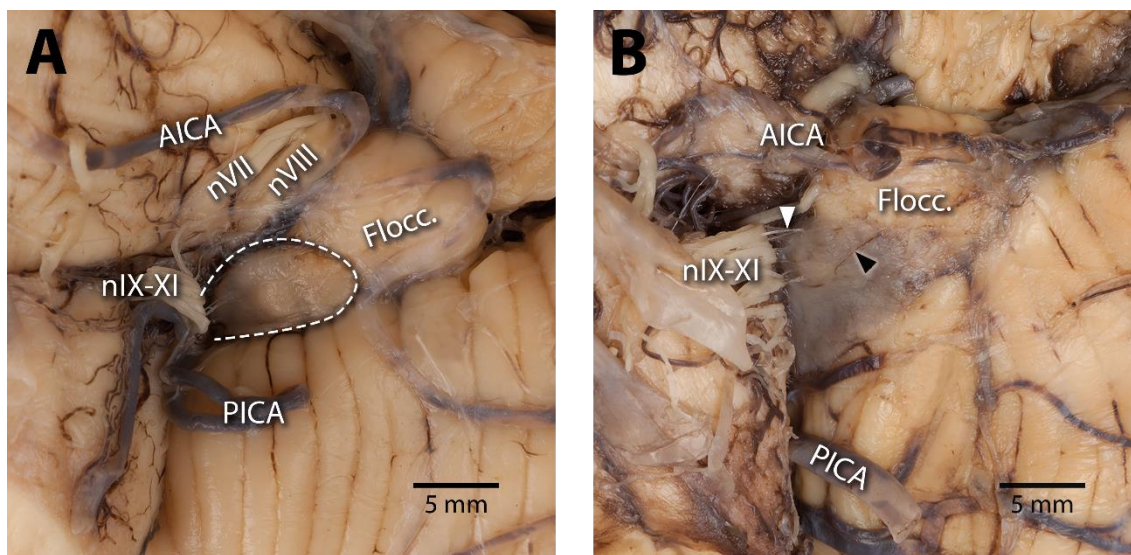
A Bochdalek-féle virágkosár és a n. vestibulocochlearis között érképletek helyezkedhetnek el: a fissura cerebellomedullaris vénájába drenáló kis véna (A kép, fehér nyílhegy), az AICA premeatalis szakasza (B kép) vagy egyszerre mind a kettő. A preparátumok egy részén a rhomboid lip, valamint a n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius közötti kapcsolat oly erős volt, hogy az agyidegek felemelése csak a rhomboid lip sérülése árán volt kivitelezhető. (B kép) Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: AICA: a. cerebellaris inferior anterior, nVIII: n. vestibulocochlearis, PICh: plexus choroideus, RL: rhomboid lip

A nIX, nX és nXI cisternalis szakaszának proximalis része és a Bfb-t alkotó struktúrák között 57/84 esetben (67,85%) arachnoidealis trabeculák voltak megfigyelhetők, amelyek az agyidegeket a Bfb-hoz horgonyozták. [12. ábra / B] A preparátumok többségében ez az összeköttetés könnyen preparálható volt, azonban 6/57 esetben (10,52%) az agyidegek csak a rhomboid lip beszakítása árán voltak felemelhetők. [13. ábra / B]

5.7. A zárt apertura lateralis morfológiája, morfometriája

A zárt Luschka-féle foramen tanulmányozása során összesen 122 apertura lateralis került vizsgálatra. Zárt variáció 11 esetben (9,01%) fordult elő, ezek mindegyike (11/11; 100%) unilateralis volt: 6/11 esetben (54,54%) bal oldali, míg 5/11 esetben (45,46%) jobb oldali. Mind a két oldalon zárt Luschka-féle foramennel rendelkező preparátum nem fordult elő a megvizsgáltak között. Az apertura mediana minden esetben teljesen átjárható volt. (61/61; 100%)

A zárt apertura lateralisszal rendelkező preparátumok egyikén sem lehetett kóros elváltozásra utaló makroszkópos jelet megfigyelni. Az arachnoidea vastagsága minden esetben (61/61; 100%) normális volt.

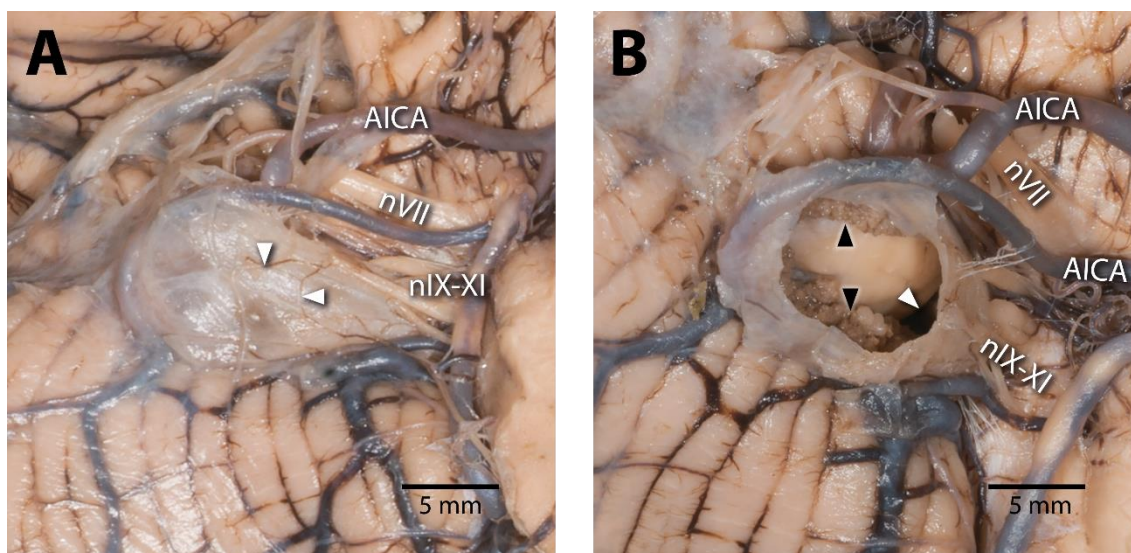


14. ábra – Az apertura lateralis primer obstrukciójának makroszkópos variációi

A primeren zárt Luschka-féle foramen makroszkópos megjelenése alapján két csoportba volt besorolható. Az esetek többségében az elzárt foramen egy kis tasakhoz (A kép, fehér

szaggatott vonal jelzi a határt), míg a többi esetben egy membránhoz hasonlított (B kép). Az apertura lateralist elzáró struktúra cisternalis felszínén erek, (B kép, fekete nyílhegy) továbbá a n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessoriushoz kapcsolódó arachnoidealis trabeculák (B kép, fehér nyílhegy) voltak megfigyelhetők. Bal oldali felvételek, anterior és inferior irányból. Rövidítések: AICA: a. cerebellaris inferior anterior, Flocc.: flocculus, nVII: n. facialis, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius, PICA: a. cerebellaris inferior posterior; (módosított ábra [90] alapján)

A zárt apertura lateralis a morfológiáját tekintve 8/11 esetben (72,72%) egy, a kisagy-híd szögletben elhelyezkedő tasak, [14. ábra / A] míg 2/11 esetben (18,18%) egy, a kisagy és a híd között kifizülő membrán formájában jelent meg. [14. ábra / B] Egy készítményen (1/11; 9,09%) egy jelentősen megnagyobbodott, vastag és rigid falú struktúra volt az apertura lateralis helyén azonosítható, amelynek üregében extrém módon megnagyobbodott plexus choroideus helyezkedett el és amely a IV. kamrával a kitégült azonos oldali recessus lateralison keresztül összeköttetésben állt. [15. ábra]



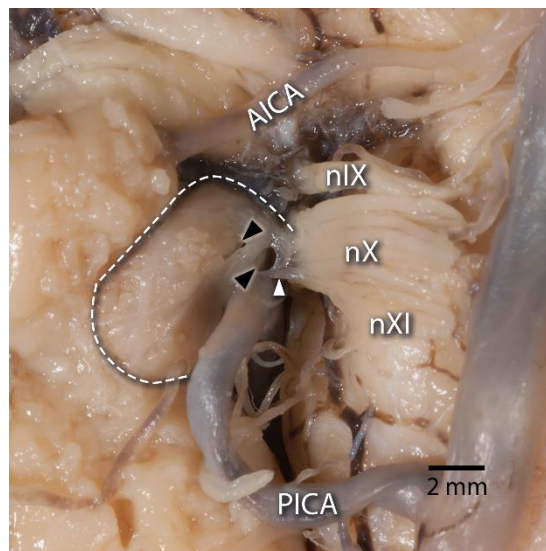
15. ábra – Jobb oldali Luschka-féle diverticulum

A kisagy-híd szögletben az apertura lateralis helyén talált cysticusan megnagyobbodott struktúra makroszkópos képe a falának megnyitása előtt (A kép) és után (B kép). A fal cisternalis felszínén vénák figyelhetők meg (fehér nyílhegyek az A képen). Fekete

nyílhegyek (B kép) jelzik az extrém módon megnagyobbodott plexus choroideust. Fehér nyílhegy (B kép) jelöli a kitágult recessus lateralist, amelyen keresztül a diverticulum a IV. kamra üregével összeköttetésben áll. Jobb oldali felvételek, anterior és inferior (A kép), valamint anterior, inferior és lateralis (B kép) irányból. Rövidítések: AICA: a. cerebellaris inferior anterior, nVII: n. facialis, nIX-XI: n. glossopharyngeus, n. vagus és n. accessorius; (módosított ábra [90] alapján)

Az apertura lateralist elzáró szövet 7/11 esetben (63,63%) a külső arachnoideához, 2/11 esetben (18,18%) pedig idegszövethez volt hasonló. Az utóbbiak makroszkóposan a rhomboid lip morfológiájához álltak a legközelebb. 2/11 készítményen (18,18%) a megjelenés kevert volt: a recessus lateralishez közelebb eső, proximalis részén arachnoideához, míg a distalis részén idegszövethez hasonlított.

A Luschka-féle forament elzáró struktúra átlagos kiterjedése a frontalis síkban $7,11 \pm 1,35$ mm (5,33-9,14 mm), míg a horizontális síkban $11,52 \pm 4,90$ mm (4,62-18,74 mm) volt. Ezek külső, cisternalis felszínén kis vénák 6/11 esetben (54,54%), míg apró perforációk, amelyeken keresztül azonosítható volt a IV. kamra plexus choroideusának a Bfb-nak megfelelő részét, 3/11 esetben (27,27%) voltak megfigyelhetők. [16. ábra]

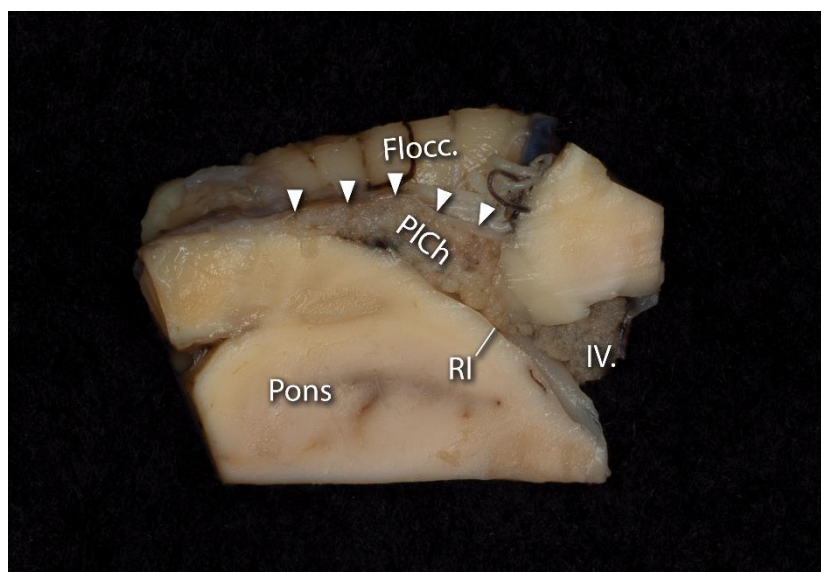


16. ábra – Primeren zárt apertura lateralis makroszkópos képe

A tasakhoz hasonló morfológiával rendelkező, primeren zárt apertura lateralis határait fehér szaggatott vonal jelöli. A fal cisternalis felszínén apró perforációk (fekete

nyílhegyek) voltak megfigyelhetők, amelyeken keresztül a Bochdalek-féle virágkosárnak megfelelő tethő plexus choroideus volt látható. A n. vagus és az obstrukciót okozó struktúra közötti arachnoidealis trabeculát fehér nyílhegy jelöli. Jobb oldali felvétel, anterior és inferior irányból. Jelölések: AICA: a. cerebellaris inferior anterior, nIX: n. glossopharyngeus, nX: n. vagus, nXI: n. accessorius, PICA: a. cerebellaris inferior posterior; (módosított ábra [90] alapján)

A szövettani vizsgálatra történő előkészítés során az eltávolított minták felezésre kerültek. Plexus choroideus minden esetben megfigyelhető volt (11/11; 100%) az obstrukciót okozó struktúra alatt. [17. ábra] Ez a rendelkezésre álló terület 7/11 esetben (63,63%) teljesen, míg 3/11 esetben (27,27%) csak részlegesen töltötte ki.



17. ábra – A recessus lateralis tengelyében felezett, zárt variációjú apertura lateralis makroszkópos képe

A szövettani vizsgálatra történő előkészítés során a zárt apertura lateralis az adott oldali recessus lateralisszal együtt eltávolításra, majd annak tengelyében felezésre került. A forament elzáró membránt fehér nyílhegyek jelölik. Alatta plexus choroideus figyelhető meg, amely a IV. kamra plexus choroideusával összeköttetésben áll. A recessus lateralis tágassága normális. Jobb oldali apertura lateralis, a metszésre kerülő felszín felől. Jelölések: Flocc.: Flocculus, IV.: IV. kamra, PlCh: plexus choroideus, Pons: híd, RI: recessus lateralis

Eltávolítva a kisagy-híd szögletben talált, megnagyobbodott cysticus struktúra falának egy részletét, annak üregében plexus choroideus volt megfigyelhető, amelynek alakja a korábban leírt kategóriák egyikének sem volt megfeleltethető: jelentősen megnagyobbodott méretéből adódóan elérte a cysticus struktúra distalis pólusát, majd ott visszafordulva egy hurkot képzett, és így egy nyomtatott U betűhöz volt hasonló. [15. ábra / B]

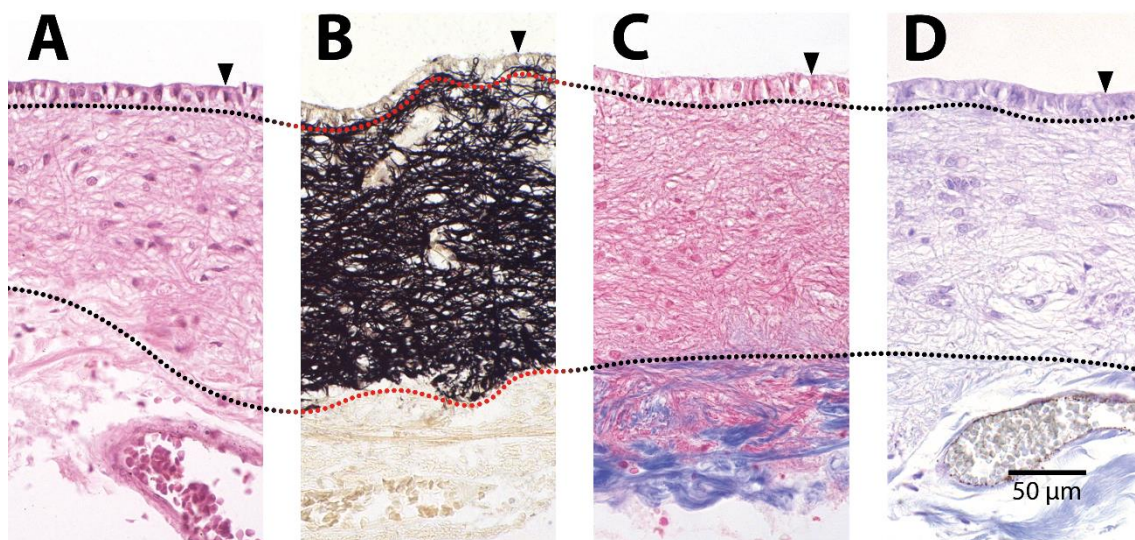
Az apertura lateralist elzáró struktúra alatti tér, valamint a IV. kamra ürege egymással minden esetben (11/11; 100%) összeköttetésben állt. 10/11 esetben (90,9%) a recessus lateralis tágassága normális volt. A kisagy-híd szögleti megnagyobbodott cysticus struktúra (1/11; 9,09%) esetében az azonos oldali recessus lateralis szélesebb volt (3,50 mm) az ellenoldalihoz (1,50 mm) képest.

5.8. *A zárt apertura lateralis szövettani vizsgálata*

A zárt apertura lateralis szövettani vizsgálata minden esetenél (11/11; 100%) igazolta, hogy a zárt variációt egy, a recessus lateralis falából származó és a kisagy felszínére húzódó membrán okozza, amelynek a falszerkezete három rétegből állt, függetlenül a makroszkópos megjelenésétől. A belső felszint egy rétegben elhelyezkedő köbös ependymasejtek alkották. Alattuk egy vastag, eozinophil reticularis réteg helyezkedett el, amelyben kapillárisok és apró sejtmagok átmetszetei voltak HE festéssel megfigyelhetők. A Gallyas-féle ezüstimpregnáció gliasejtek nyúlványainak sűrű hálózatát igazolta ezen a területen. A fal külső, cisternalis rétegét a pia mater kollagénrostjai alkották. A középső és a külső réteg között egymásba fonódások és átfedések a struktúra teljes hosszában megfigyelhetők voltak Azan festéssel. Luxol fast blue és krezilibolya kombinációja nem azonosított sem idegsejteket, sem pedig axonokat. [18. ábra] A fal belső, valamint középső rétege folytatólagos volt a recessus lateralis identikus rétegeivel.

5.9. *A rhomboid lip szövettani vizsgálata*

A rhomboid lip szövettani szerkezete, függetlenül a méretétől, megegyezett az apertura lateralist elzáró struktúrájának a szerkezetével. Az ependymasejtek a rhomboid lip szabad, ventralis széléig voltak követhetők.



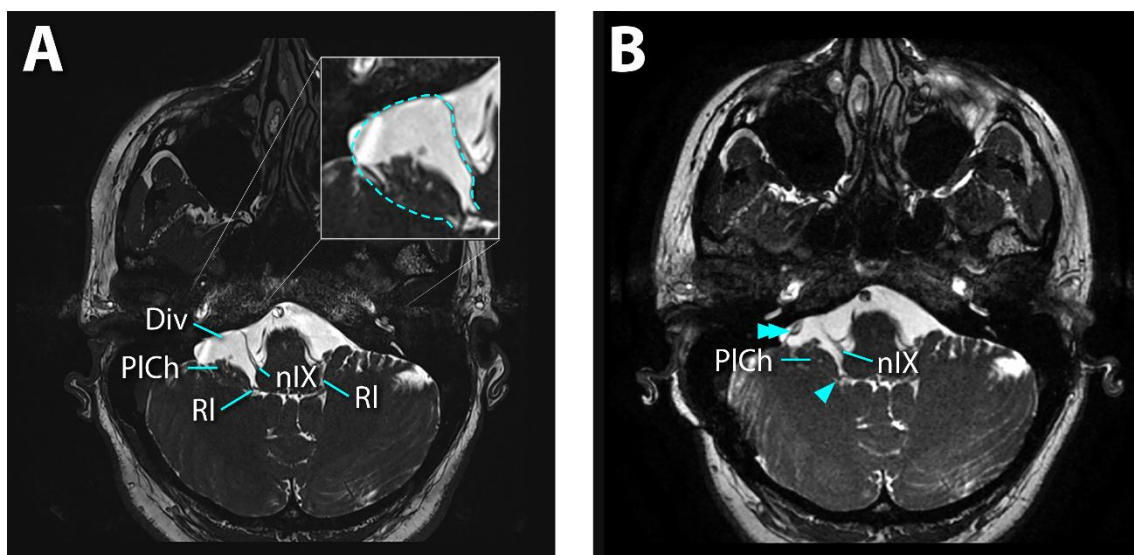
18. ábra – Az *apertura lateralist* elzáró membrán szövettani szerkezete

Az *apertura lateralist* elzáró membrán falszerkezete három rétegből állt minden esetben. A belső felszínt ependymasejtek egy rétege bélelte (fekete nyílhegy az A, B, C és D képeken). Az ependymasejtek alatt apró sejtmagok átmetszetei figyelhetők meg hematoxylin-eozin, (A kép) Azan, (C kép) és Luxol fast blue és krezilibolya kombinációjával. (D kép) A Gallyas-féle ezüstimpregnáció gliasejtek sűrű hálózatát azonosította ebben a rétegben. (B kép) A külső réteget a pia mater laza rostos kötőszöveve alkotta. A középső gliális és a külső leptomeningealis réteg közötti határ nem volt éles, átfedések, egymásba fonódások a membrán falának teljes hossza mentén megfigyelhetők voltak. (C kép) Luxol fast blue kombinálva krezilibolyával nem azonosított sem idegsejteket, sem pedig axonokat a membránban. (D kép). Festések: A) hematoxylin-eozin; B) Gallyas-féle ezüstimpregnáció; C) Azan; D) Luxol fast blue kombinálva krezilibolyával. A nagyítás mindegyik képen 200x. (módosított ábra [90] alapján)

5.10. A klinikai vizsgálatok

2014 és 2017 között összesen 5 páciens került a stuttgarti Katharinenhospital idegsebészeti klinikáján Luschka-féle diverticulum okozta hemifacialis spasmus vagy hallásvesztés miatt operációra. A preoperatív MRI vizsgálat minden esetben egy liquor cerebrospinalisszal telt, valamint plexus choroideust tartalmazó cysticus struktúrát ábrázolt, amelynek ürege az azonos oldali, tágult recessus lateralison keresztül

összeköttetésben állt a IV. kamra üregével. A diverticulum medialis fala a liquortartalom miatt nehezebben volt azonosítható, de felismerését a medialis irányba eltolt alsó agyidegek megkönnyítették. [19. ábra / A] A postoperatív MRI felvételeken a sikeres dekompreszió indirekt jelei voltak megfigyelhetők: 1) az érintett oldali recessus lateralis tágassága csökkent; 2) a diverticulum fala az os temporalétól eltávolodva könnyebben felismerhető volt; és 3) az agyidegek medialis irányú diszlokációja is csökkent. [19. ábra / B] A postoperatív hisztopatológiai vizsgálatok alapján az eltávolított diverticulumfal szerkezete megegyezett a zárt variációjú apertura lateralis, valamint a rhomboid lip falszerkezetével.

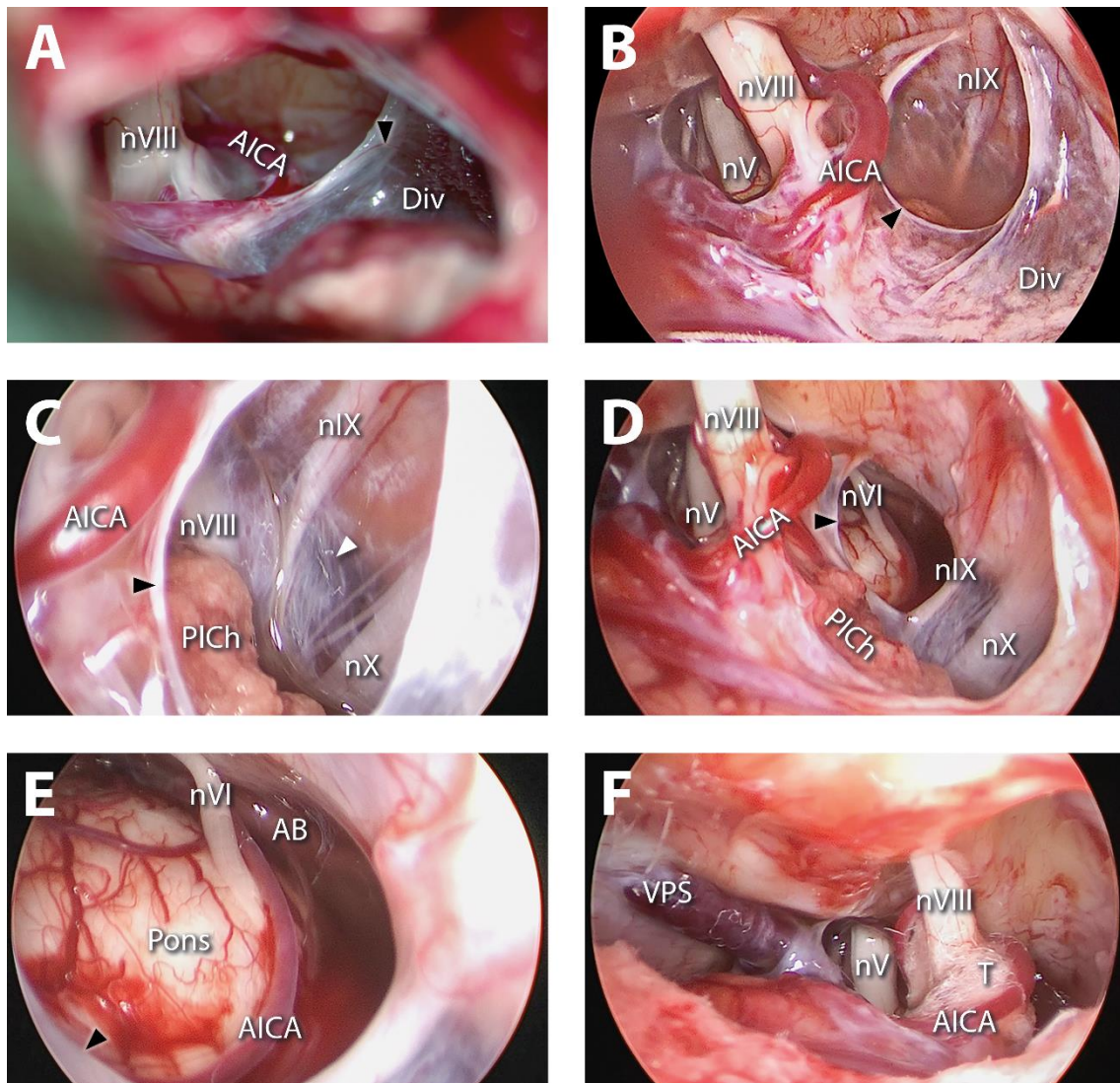


19. ábra – Jobb oldali Luschka-féle diverticulum MRI képe

A preoperatív MRI felvételen (A ábra) egy Luschka-féle diverticulum radiológiai jelei figyelhetők meg: liquort és plexus choroideust tartalmazó cysta a kisagy-híd szögletben, amelynek ürege a tágult recessus lateralison keresztül összeköttetésben áll a IV. kamra üregével. A n. glossopharyngeus a diverticulum medialis falának nyomása következtében medialis irányba eltolt. Az ellenoldali recessus lateralis normális tágasságú. A nagyított képen a szaggatott vonal (cián) jelzi a diverticulum határait. A postoperatív MRI kép (B ábra) a sikeres dekompreszió indirekt jeleit mutatja: az azonos oldali recessus lateralis tágassága csökkent (szimpla nyíl), a diverticulum lateralis fala (dupla nyíl) az os temporalétól eltávolodott, valamint a n. glossopharyngeus diszlokációja is csökkent.

Jelölések: Div: diverticulum, nIX: n. glossopharyngeus, PICh: plexus choroideus, Rl: recessus lateralis; (módosított ábra [90] alapján)

Az intraoperatív megfigyelések korreláltak az anatómiai vizsgálatok eredményeivel. [20. ábra]



20. ábra – Jobb oldali Luschka-féle diverticulum endoszkóp-asszisztált operatív ellátása

A) A Luschka-féle diverticulum operációs mikroszkópos képe, lateralis falának fenesztrálása után. Az a. cerebellaris inferior anterior látható a n. vestibulocochlearis mellett a diverticulum falának fenesztrálása és tartalmának leszívása után. A fekete nyílhegy a diverticulum falának microvasculaturáját jelöli. B) Az operatív munkaterület

endoszkópos átnézeti képe az A képpel megegyező stádiumban. A háttérben a diverticulum medialis fala által fedett n. glossopharyngeus rostjai figyelhetők meg. A fekete nyílhegy a megnyitott lateralis falnak a szélét jelöli. C) A diverticulum üregének áttekintő képe 30°-os endoszkópos optikával. A fekete nyílhegy a megnyitott lateralis fal szélét, míg a fehér nyílhegy az intakt medialis falat jelöli. A háttérben a n. glossopharyngeus és a n. vagus rostjai figyelhetők meg a medialis fal által fedetten. A diverticulum lumenében az extrém méretű plexus choroideus látható. D) A diverticulum endoszkópos átnézeti képe a medialis fal fenesztrációja után. A fekete nyíl a fenesztrált medialis fal szélét jelöli. Az plexus choroideus ezen a képen is megfigyelhető. E) A n. vestibulocochlearis belépési zónájának (fekete nyílhegy) áttekintő képe 30°-os endoszkópos optikával. A fenesztrált medialis falon keresztül a pons ventrolateralis felszíne, a n. abducens kilépése és az a. basilaris, valamint a belőle eredő a. cerebellaris inferior anterior figyelhető meg. F) Endoszkópos áttekintő kép a n. vestibulocochlearis microvascularis dekompresziója után. A n. vestibulocochlearis és az a. cerebellaris inferior anterior kontaktusát a behelyezett teflon interpositum akadályozza meg. Jelölések: AB: a. basilaris, AICA: a. cerebellaris inferior anterior, Div: diverticulum, nV: n. trigeminus, nVI: n. abducens, nVIII: n. vestibulocochlearis, nIX: n. glossopharyngeus, nX: n. vagus, PlCh: plexus choroideus, Pons: pons, T: teflon interpositum, VPS: v. petrosa superior; (módosított ábra [90] alapján)

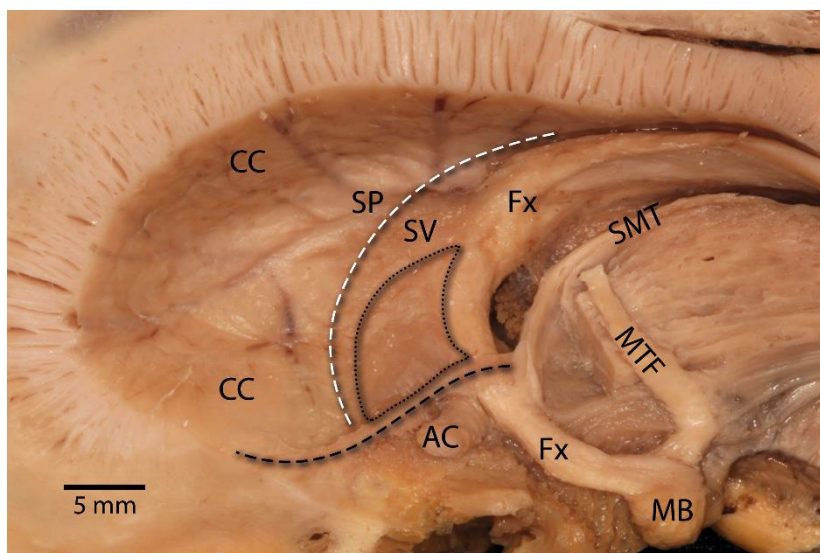
5.11. Septum pellucidum

Az oldalkamra cornu anteriusának medialis falát a dorsalisán elhelyezkedő, vékonyabb septum pellucidum, valamint az alatta, ventralisan fekvő, szélesebb septum verum alkotja. A preparációt megelőzően nem volt teljes bizonyossággal meghatározható a közöttük húzóató határ a lateralis nézetből.

A septum preparációját megelőzően a fornix, a stria medullaris thalami, a stria terminalis, a fasciculus mamillothalamicus és fasciculus mamillotegmentalis, valamint a commissura anterior horizontalis rostjai minden készítményen (14/14; 100%) rostozásra kerültek.

5.12. A septum pellucidum és a septum verum neuralis elemei

A nucleus septalesnak megfelelő szürkeállomány közvetlenül a pars libera columnae fornicis előtti területen már a septum pellucidum preparációját megelőzően is azonosítható volt. Ezen régió legnagyobb kiterjedésének átlaga a frontális síkban $3,77 \pm 0,75$ mm (3,30-5,56 mm), a sagittális síkban pedig $5,41 \pm 1,49$ mm (3,13-7,99 mm) volt. [21. ábra]

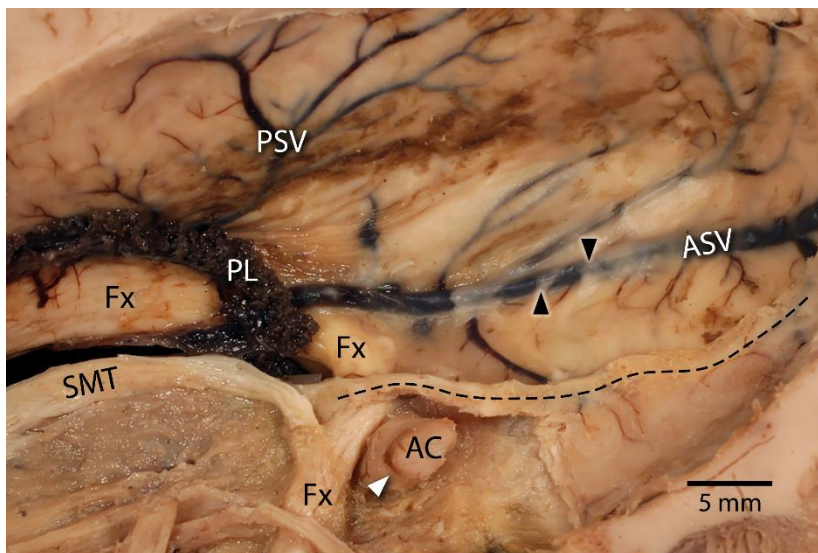


21. ábra – Septum átnézeti képe a preparációt megelőzően

A septum két része, a dorsalis septum pellucidum és a ventralis septum verum közötti határvonalat a fehér szaggatott vonal jelzi. A septum verumnak közvetlenül a pars libera columnae fornicis előtt található területén (fekete pontozott vonal) a preparációt megelőzően is szürkeállomány volt azonosítható, amely a nucleus septalesnak felel meg. Fekete szaggatott vonal jelzi a cornu anterius legmélyebb pontját, amelyet a septum verum és a caput nuclei caudati határol. Bal oldali felvétel, laterális irányból. Jelölések: AC: a commissura anterior horizontalis rostjai, CC: corpus callosum, Fx: fornix, MB: corpus mamillare, MTF: fasciculus mamillothalamicus, SMT: stria medullaris thalami, SP: septum pellucidum, SV: septum verum; (módosított ábra [91] alapján)

A preparáció első lépése a kamrarendszer belső felszínét bélelő ependyma eltávolítása volt, a fornixtól indulva, majd anterior irányban folytatva. Az ependymasejtek és az alattuk elhelyezkedő subependymalis rétegnek az egy preparátum

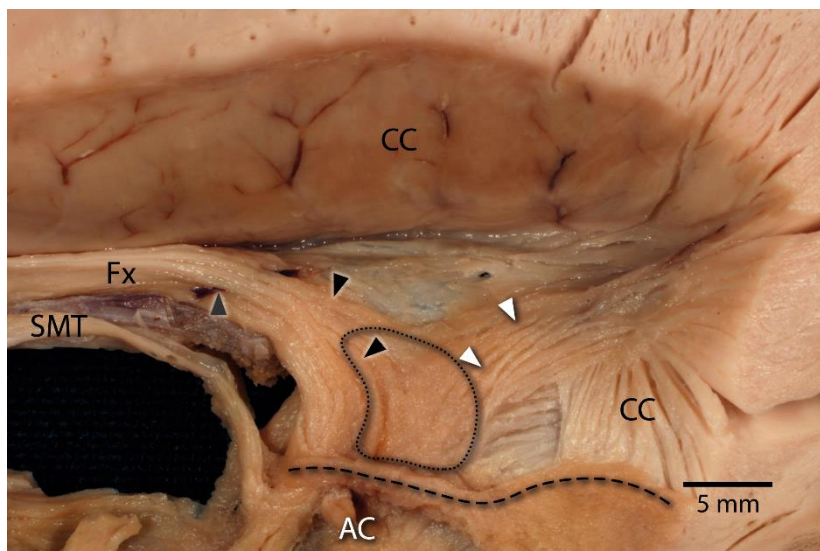
azonos oldalán belül is változó vastagsága, valamint erős tapadása az alattuk elhelyezkedő rostokhoz különös óvatosságot igényelt a disszekció során. [22. ábra] A pars libera columnae fornicis előtt elhelyezkedő szürkeállomány a fornix ventralis széle mentén, a hippocampus felé haladva a corpus fornicisig követhető volt.



22. ábra – Septum átnézeti képe a preparációt megelőzően

A kamrarendszert bélelő endymasejtek és az alattuk elhelyezkedő subependymalis réteg vastagsága nemcsak a különböző preparátumok, de egy preparátum két oldala között, valamint egy oldalon belül is változott (fekete nyílhegyek). A commissura anterior horizontalis rostjait egy gliális csatorna (Gratiolet-féle csatorna, fehér nyílhegy) veszi körbe. A fekete szaggatott vonal az eltávolított caput nuclei caudati határát jelöli. Jobb oldali felvétel, lateralis és inferior irányból. Jelölések: AC: commissura anterior, ASV: v. septalis anterior, Fx: fornix, PL: plexus choroideus, PSV: v. septalis posterior, SMT: stria medullaris thalami; (módosított ábra [91] alapján)

Az oldalkamra cornu anteriorjának és pars centralisának medialis falán a rostozással azonosított idegrostok három pályához voltak hozzárendelhetők minden készítmény (14/14; 100%) esetén: 1) a fornix precommissuralis rostjai; 2) a septum pellucidum fasciculus inferiorja; és 3) a septum pellucidum fasciculus superiorja.



23. ábra – Septum átnézeti képe a rostozást követően

A pars libera columnae fornicis előtt elhelyezkedő, fekete pontozott vonallal határolt terület jelzi a nucleii septales tartalmazó területet. A fornix precommissuralis rostjai (fekete nyílhegyek) itt végződnek, míg a septum pellucidum fasciculus inferiorjának rostjai (fehér nyílhegyek) innen indulnak. Utóbbi esetén enyhén csavarodott morfológia figyelhető meg, amely a szomszédos rostok kissé eltérő lefutási szögére vezethető vissza. A fornix precommissuralis rostjainak distalis része fedte a fasciculus inferior rostjainak proximalis részét. A v. septalis anterior főtrözsze (szürke nyílhegy) a v. cerebri internába való beömlése előtt perforálta a fornix rostjait. A fekete szaggatott vonal az eltávolított caput nuclei caudati határát jelöli. Jobb oldali felvétel, lateralis irányból. Jelölések: AC: commissura anterior, CC: corpus callosum, Fx: fornix, SMT: stria medullaris thalami; (módosított ábra [91] alapján)

5.12.1. A fornix precommissuralis rostjai

A pars libera columnae fornicis előtt található szürkeállomány óvatos preparálásával a fornix precommissuralis rostjai váltak láthatóvá. Ezen rostok a corpus fornicis medialis oldalán haladva, a corpus és a columna fornicis határán elhagyva a postcommissuralis rostok tömegét, majd azokkal párhuzamosan ventral felé fordulva a septalis magvakban végződtek. A preparált rostok többsége elérte a caput nuclei caudati és a septum verum találkozásánál létrejövő határvonalat, míg pár rost közvetlenül a

preparált szürkeállományban végződött. A precommissuralis rostok maximális távolságának átlaga a postcommissuralis rostoktól $3,09 \pm 0,64$ mm (1,92-4,16 mm) volt. A fornix precommissuralis rostjai a septum verum területén helyezkedtek el. [23. és 24. ábra]

5.12.2. *A septum pellucidum fasciculus inferiorja*

A fornix precommissuralis rostjaitól rostralis irányban ferde lefutású rostok voltak azonosíthatók, amelyek a septalis magvak és a genu corporis callosi közötti területen futottak. A fornix precommissuralis rostjai részben fedték ezek proximalis részét. A fasciculus inferior rostjainak jellegzetessége az enyhén csavarodott lefutásuk volt, amely az egymás mellett futó rostok lefutási irányának apró különbségeiből adódott. A fasciculus inferior a septum pellucidum rostralis és inferior részét foglalta el, amely közvetlenül a nuclei septales előtt és a rostrum corporis callosi felett helyezkedett el. [23. és 24. ábra]

5.12.3. *A septum pellucidum fasciculus superiorja*

A truncus corporis callosi alatt sagittalisan rendezett, vele párhuzamosan futó idegrostok voltak megfigyelhetők, amelyek a corpus fornicisból eredtek és a genu corporis callosi irányába haladtak. A genu corporis callosi mögött a fasciculus superior és a fasciculus inferior egymással egyesülve egy közös fasciculust alkotott. A fasciculus superior a septum pellucidum dorsalis részének alkotásában vett részt. [24. ábra]

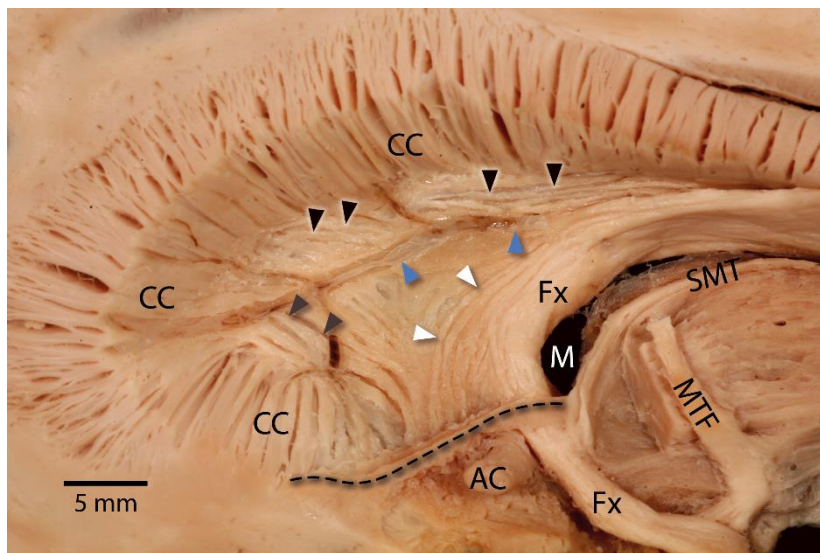
5.13. *A septum pellucidum és a septum verum vénái*

A septum pellucidum és a septum verum fő vascularis alkotóelemei a vv. septales voltak, amelyek az ependymasejtek rétege alatt, valamint az idegrostok felett a subependymalis zónában helyezkedtek el, és amelyek lefutási mintázata rendkívül variábilis volt. A septum pellucidum és a septum verum területén artériák nem voltak azonosíthatók.

A megvizsgált preparátumokon a v. septalis anterior két ágból tevődött össze 9/14 (64,28%), három ágból 1/14 (7,14%), négy ágból 2/14 (14,29%), és öt ágból 2/14 (14,29%) esetben. A v. septalis posterior egy ággal rendelkezett 8/14 (57,14%), két ággal 3/14 (21,43%) és három ággal 2/14 (14,29%) esetben. Egy készítményen (1/14; 7,14%)

a v. septalis posterior nem volt azonosítható. 2/14 esetben (14,29%) a v. septalis anterior és a v. septalis posterior ágrendszere között összeköttetés volt megfigyelhető.

3/14 esetben (21,43%) a v. septalis anterior fő törzse a v. cerebri internába való beömlése előtt perforálta a fornixot a corpus és a columna fornicis közötti határon. [23. ábra] 11/14 készítményen (78,57%) a foramen interventricularén haladt keresztül.

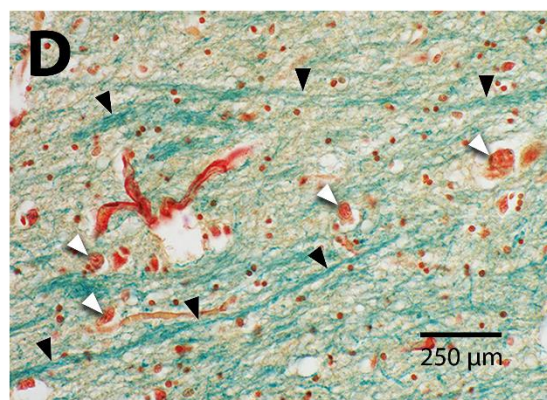
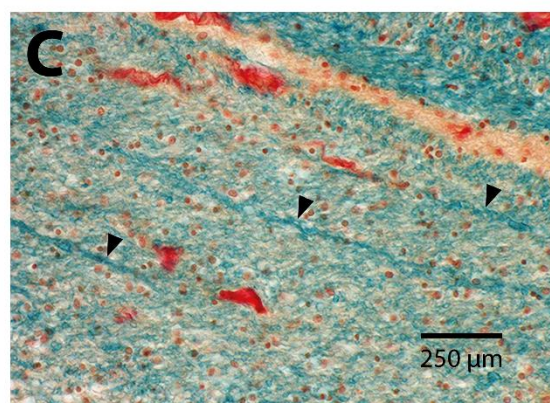
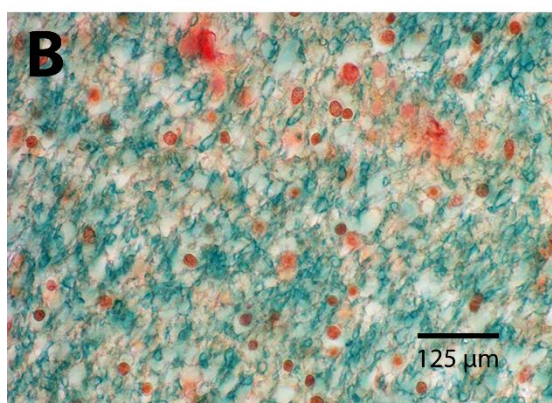
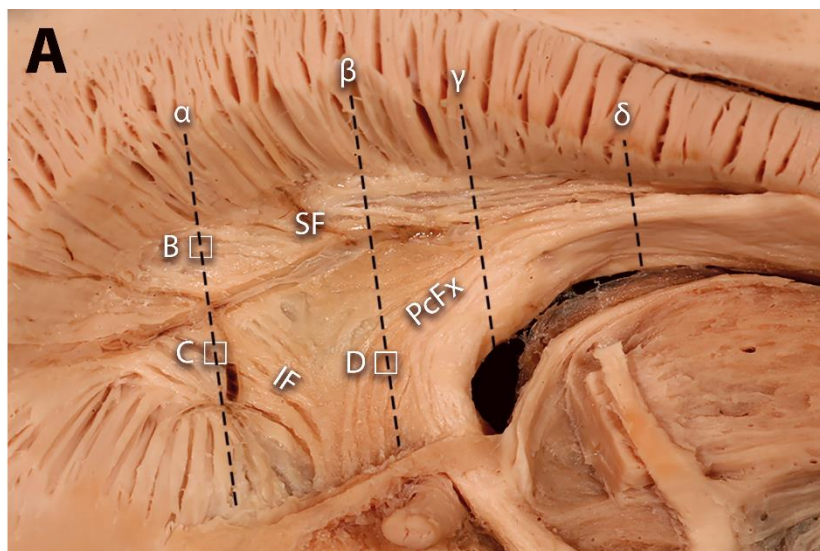


24. ábra – A septum pályái és vénái a rostozást követően

A septum területén három pálya volt rostpreparációval azonosítható: a fornix precommissuralis rostjai (fehér nyílhegyek), a septum pellucidum fasciculus inferiorja (szürke nyílhegyek) és a septum pellucidum fasciculus superiorja (fekete nyílhegyek). A v. septalis anterior főtrzsét kék nyílhegyek jelölik. A fekete szaggatott vonal az eltávolított caput nuclei caudati határát jelöli. Bal oldali felvétel, lateralis irányból. Jelölések: AC: commissura anterior, CC: corpus callosum, Fx: fornix, M: foramen interventriculare, MTF: fasciculus mamillothalamicus, SMT: stria medullaris thalami; (módosított ábra [91] alapján)

5.14. A septum pellucidum és a septum verum szövettani vizsgálata

A szövettani vizsgálatok igazolták, hogy az idegrostok a vénákat tartalmazó subependymalis réteg alatt helyezkednek el, és hogy a septum verum, valamint a septum pellucidum sem tartalmaz artériákat.



25. ábra – A szövettani vizsgálatok

A validáció céljával elvégzett szövettani vizsgálatok síkjai az A ábrán láthatók. A rostpreparációk tapasztalatai alapján a következő négy frontális sík került kiválasztásra (fekete szaggatott vonalak): α) a septum pellucidum rostralis területén átmenő sík; β) a pars libera columnae fornicis előtt, a nuclei septalesen áthaladó sík; γ) a foramen

interventricularén áthaladó sík; és δ) a corpus mamillare mögött elhaladó sík. A fehér B, C és D négyzetek mutatják a B), C) és D) ábrán látható szövettani fotók mintavételi helyét. Bal oldali, lateralis irányú felvétel. A septum pellucidum fasciculus superiorjának myelinizált rostjai láthatók a B ábrán keresztmetszetben. Ez a pálya valamennyi metszeten megfigyelhető volt közvetlenül a corpus callosum alatti területen. A septum pellucidum fasciculus inferiorjának myelinizált rostjai által alkotott kötegek (fekete nyílhegyek) ferde metszetei láthatók a C ábrán. A fornix precommissuralis rostjai által alkotott kötegek (fekete nyílhegyek) hosszmeteszetei ismerhetők fel a nuclei septalest alkotó idegsejtek sejttestjei (fehér nyílhegyek) között a D ábrán. A festési eljárás Luxol fast blue kombinálva pikroszírúsvörössel, amely az idegrostokat körbevevő myelint zöldre, a kollagénrostokat vörösre, míg az egyéb struktúrákat sárgára festi. Nagyítás: B) 400x, C) 200x, D) 200x. Jelölések: IF: a septum pellucidum fasciculus inferiorja, PcFx: a fornix precommissuralis rostjai, SF: a septum pellucidum fasciculus superiorja; (módosított ábra [91] alapján)

A rostpreparátumok tapasztalatai alapján a következő frontalis síkok kerültek a szövettani vizsgálat céljából kiválasztásra: α) a septum pellucidum elülső részén áthaladó; β) a fornix előtti szürkeállományon áthaladó; γ) a foramen interventricularén áthaladó; valamint δ) a corpus mamillare mögött elhaladó síkok. [25. ábra / A]

5.14.1. A fornix precommissuralis rostjai

A fornix precommissuralis részét alkotó myelinizált rostok kötegeinek hosszmeteszetei a fornix előtti szürkeállományon áthaladó metszeteken voltak megfigyelhetők, a nuclei septalest alkotó idegsejtek perikaryonjai között. [25. ábra / D]

5.14.2. A septum pellucidum fasciculus inferiorja

A septum pellucidum fasciculus inferiorjának myelinizált rostjai által alkotott kötegek a septum pellucidum rostralis területén áthaladó metszetek alsó részében, ferde lefutású rostok formájában voltak megfigyelhetők. [25. ábra / C]

5.14.3. *A septum pellucidum fasciculus superiorja*

A septum pellucidum fasciculus superiorjának myelinizált rostjai esetén nem voltak a másik két pályánál tapasztalt kötegek jól megfigyelhetők. Ezen rostok keresztmetszetei mindegyik szövettani metszeten, közvetlenül a corpus callosum alatt, a septum pellucidum dorsalis részében voltak azonosíthatók. [25. ábra / B]

A szövettani vizsgálatok során a pályákat alkotó rostok lokalizációjának és irányának megfigyelése megerősítette a rostozással kapott eredményeket.

6. Megbeszélés

6.1. A Bochdalek-féle virágkosár klinikai jelentősége

A kisagy-híd szögletben elhelyezkedő neurovascularis struktúrák nagy száma és az általuk alkotott bonyolult viszonyok miatt az itt végzett műtéti beavatkozások, valamint a képalkotó eljárások felvételeinek elemzése során elengedhetetlen az itt elhelyezkedő képletek normál anatómiájának, valamint különféle variációinak ismerete.

A Bfb gyakorlati jelentősége három pontban foglalható össze: 1) tájékozási pontként szolgál a kisagy-híd szögletet célzó, a retrosigmoidalis feltárásból elvégzett beavatkozások során; 2) a képalkotó eljárások felvételein az egyik oldalon megnagyobbodott Bfb differenciáldiagnosztikai nehézségeket vethet fel; és 3) belőle patológias elváltozások, jó- és rosszindulatú tumorok indulhatnak ki.

6.2. Az apertura lateralis és a Bochdalek-féle virágkosár mérete

Az apertura lateralis és a rajta áthaladó plexus choroideus anatómiájának vizsgálatával korábban kevés tanulmány foglalkozott. Sharifi és munkatársai az apertura lateralist két részre, a tulajdonképpeni nyílásra és a rajta kitüremkedő plexus choroideusra osztották. Az apertura átlagos magasságát (a frontalis síkban mérve) a bal oldalon 1,88 mm-nek, a jobb oldalon pedig 1,80 mm-nek találták. Az átlagos szélességet (a horizontális síkban mérve) a bal oldalon 3,98 mm-nek, míg a jobb oldalon 3,92 mm-nek mérték. A plexus choroideus identikus adatai a frontalis síkban 5,31 mm (bal oldal) és 5,4 mm (jobb oldal), míg a horizontális síkban 6,49 mm (bal oldal) és 6,00 mm (jobb oldal) voltak. [24]

Klose és munkatársai csak az apertura lateralist vizsgálták: az átlagos kiterjedést a frontalis síkban 2,00 mm-nek, míg a horizontális síkban 3,50 mm-nek mérték. [25]

Jelen dolgozat eredményei korrelálnak a szakirodalomban fellelhető adatokkal a plexus choroideus méretét illetően, míg az apertura lateralis esetén azoknak közel kétszerese került mérésre. Ennek háttérében az eltérő megközelítési stratégia állhat: míg a korábbi tanulmányok a frontalis és a horizontális síkban mérték a foramen kiterjedését, addig jelen dolgozatban a minden esetben ovoid formájú aperturák hosszabb és rövidebb tengelye került mérésre az áthaladó plexus choroideus eltávolítása után.

6.3. *A rhomboid lip*

A rhomboid lip méretének és vastagságának a heterogenitására korábban már történt utalás az idegsebészeti szakirodalomban, [92] azonban makroszkópos anatómiájának, variációinak és morfometriájának leírására korábban nem került sor.

6.4. *A Bochdalek-féle virágkosár szimmetriája*

A két oldali Bfb közötti szimmetria kérdésének a jelentősége abban rejlik, hogy az egyik oldali Bfb megnagyobbodása patológiás elváltozás gyanúját vetheti fel a neuroradiológiai gyakorlatban. A kérdés vizsgálatára így elsősorban ebből a megközelítésből került korábban sor.

Bradac és munkatársai lateralis irányú AV angiogramokon az esetek 96,5%-ában találták a két oldali Bfb-t szimmetrikusnak. [93] Horsburgh és munkatársai CT és MRI felvételeken a IV. kamra plexus choroideusa lateralis szárának egészét vizsgálták, különös tekintettel a Bfb-ra. A CT felvételeken 71%-ban, míg az MRI felvételeken 80%-ban találták a teljes lateralis szárat szimmetrikusnak. [94] Tubbs és munkatársai cadavereken tanulmányozták a teljes lateralis szárat, a két oldalt pedig szimmetrikusnak ítélték. [95]

Jelen dolgozat kizárólag a Bfb-at alkotó plexus choroideusra és annak a szimmetriájára koncentrált. A magasság és a szélesség adatok helyett a megbízhatóbbnak ítélt cisternalis felületadatok kerültek összehasonlításra, amely alapján a két oldali kisagy-híd szögletben elhelyezkedő plexus choroideus szimmetrikusnak tekinthető.

6.5. *A Bochdalek-féle virágkosár vascularis viszonyai*

A Bfb és a kisagy-híd szögletben futó erek egymáshoz való viszonya a szimmetria kérdéséhez hasonlóan a neuroradiológiai diagnosztikában bír gyakorlati jelentőséggel. [94, 96] A CT felvételeken az ebben a régióban elhelyezkedő kör alakú, kontrasztanyagot halmozó struktúrák differenciáldiagnosztikai problémákat vethetnek fel, mivel az ilyen morfológiával rendelkező képletek többféleképpen is értelmezhetők: az AICA vagy a PICA aneurysmájaként, extrém módon kanyargós lefutású AV-ként, a plexus choroideusból kiinduló tumorként vagy egy elmeszesedett, de patológiás elváltozással nem rendelkező, ugyanakkor nagyobb méretű Bfb-ként is. [94] Az erekkel kapcsolatos

differenciáldiagnosztikai problematika annál nagyobb, minél kisebb a Bfb-at alkotó plexus choroideus és az adott ér közötti távolság.

Sharifi és munkatársai az AICA-t az esetek 20%-ában, a PICA-t pedig az esetek 23,7%-ában találták az apertura lateralistól 1 mm-es távolságon belül. [24] Jelen dolgozat eredményei az AICA esetén nagyobb, míg a PICA esetén kisebb gyakoriságot mutattak, amely az eltérő viszonyítási pont alkalmazására vezethető vissza: míg az említett tanulmány az apertura lateralishez, addig jelen dolgozat a plexus choroideus legközelebbi pontjához viszonyított.

Az AV-t Horsburgh és munkatársai az esetek 4,25%-ában találták a Bfb-hoz közel, amely minden esetben az AV kanyargós lefutásának a következménye volt. Ezt a megfigyelésüket azonban nem kvantifikálták. [94] Sharifiék az esetek 12,5%-ában jegyzik meg, hogy az AV a Luschka-féle foramen irányában egy meghosszabbodással rendelkezik, azonban ennek a számszerűsítése sem történt meg. [24] Az AV kanyargós lefutása kapcsán kiemelendő a fenti két közleményben, valamint a jelen dolgozatban is megfigyelhető bal oldali dominancia.

6.6. A Bochdalek-féle virágkosár viszonya az agyidegekhez

A Bfb-at alkotó képletek, valamint a kisagy-híd szögletben futó agyidegek közötti viszony jelentőségét az ebben a régióban elvégzett műtéteket követő postoperatív agyidegbénulások adják.

A hemifacialis spazmus egy, az adott oldali mimikai izmok fájdalmas kontrakciójával járó körkép, amelynek háttérében leggyakrabban a nVII agytörzsi kilépési zónájának az AICA által okozott microvascularis kompressziója áll. [97] A retrosigmoidalis feltárásból végzett műtét során a flocculus és a Bfb gátolja a nVII kilépési zónájának közvetlen vizualizálását, így annak eléréséhez a kisagy enyhe, lehetőleg dinamikus retrakciója szükséges. A retraktor pozícionálása a Bfb-ra történik. A kisagy-híd szögleti agyidegek közelségéből adódóan a retraktor óvatlan elhelyezése, valamint a kisagyra gyakorolt túlzott nyomás az itt futó agyidegek postoperatív bénulását idézheti elő.

A hemifacialis spazmus microvascularis dekompresszióját követő átmeneti vagy tartós postoperatív hallásvesztést az esetek 3,2% - 18%-ában ír le a szakirodalom.

[98-104] A jelen dolgozat eredményei alapján a Bfb-at alkotó plexus choroideus és a nVIII az esetek közel felében érintkezik egymással, amely hangsúlyozza a retraktor óvatos és pontos elhelyezésének fontosságát.

Korábban feltételezték, hogy a nIX, nX, és a nXI érintettségét a postoperatív agyidegbénulásokban az ezen agyidegek és a rhomboid lip között fennálló anatómiai kapcsolat okozhatja. [92] Jelen dolgozat igazolta ezt a feltételezést: a megvizsgált esetek 68%-ában arachnoidealis trabeculák voltak azonosíthatók a Bfb-at alkotó struktúrák és az alsó agyidegek között. 7,14%-ban ez a kapcsolat olyan erős volt, hogy az agyidegek csak a rhomboid lip beszakítása árán voltak felemelhetők. Ezekben az esetekben a túlzott retrakció a trabeculák elszakadása helyett az agyidegek sérülését okozhatja.

Az „auditory brainstem implantation” egy, a hallás részleges helyreállítását célzó eljárás II. típusú neurofibromatosis esetén, [105] melynek során a recessus lateralisba egy ingerlő elektróda kerül beültetésre, közvetlenül a cochlearis magvak feletti területre. A Bfb fontos tájékozódási pontként szolgál a műtét alatt, jelezve a recessus lateralis bejárataként funkcionáló apertura lateralist. [106, 107] A megnagyobbodott és/vagy a recessus lateralist teljesen kitöltő plexus choroideus elzárva a megközelítési utat, nehézségeket okozhat a műtét során. Ezekben az esetekben az obstrukciót okozó részek kauterizációját, valamint eltávolítását javasolja az idegsebészeti szakirodalom. [26]

6.7. A Bochdalek-féle virágkosár hiánya a kisagy-híd szögletben

A Bfb hiánya a kisagy-híd szögletben egy ismert anatómiai variáció. Amennyiben a IV. kamra plexus choroideusának lateralis szegmense nem éri el az apertura lateralist, akkor a kisagy-híd szögletben nem lesz Bfb azonosítható. Tubbs és munkatársai ennek a variációnak a gyakoriságát unilateralisan 3,3%-osnak, míg bilateralisán 1,66%-osnak találták. [95] A jelen dolgozatban tapasztalt 1,19%-os gyakoriság korrelál ezzel az adattal.

6.8. A zárt Luschka-féle foramen makroszkópos és mikroszkópos anatómiája

Az apertura lateralis zárt variációjának gyakorisága 0% és 20% között mozog a szakirodalmi adatok alapján. [24, 25, 108-111] Alexander a két oldali apertura egyidejű zártságát gyakoribbnak találta, mint az unilateralisan jelentkezőt, [110] azonban a többi, a témában publikáló szerző nem erősítette meg ezt a megfigyelését. A jelen dolgozat

elkészítése során megvizsgált preparátumok között nem volt olyan, amelyen mindkét apertura lateralis zárt lett volna. Ugyanakkor ez egy ismert, azonban ritka anatómiai variáció, melyről a szakirodalomban újabban mindössze egy agykészítmény esetében tudósítanak. [24]

A Luschka-féle forament elzáró struktúrát makroszkópos megjelenése alapján korábban ítélték pia maternek, [25, 108, 109] arachnoideának [24] és idegszövetnek is. [108] Szövettani szerkezetét illetően az ependymasejtek egy rétegéből álló belső, valamint a pia mater laza rostos kötőszöveve által alkotott külső réteg került leírásra. [111] Alexander a kettő között elhelyezkedő gliasejtekből álló réteget is azonosította. [110] Jelen dolgozat eredményei egyrészt igazolták a középső gliális réteg jelenlétét, másrészt bebizonyították, hogy az eltérő makroszkópos megjelenés ellenére a szövettani felépítés azonos.

Jelen dolgozat az apertura lateralis obstrukcióját okozó struktúra és a rhomboid lip között makroszkópos hasonlóságot fedezett fel, amely különösen a Bfb-at alkotó plexus choroideust elfedő rhomboid lip méretének a vizsgálatakor volt szembevetendő. Ezen két struktúra közötti összefüggésre korábban egy tanulmány sem utalt. A rhomboid lip szövettani szerkezetét két rétegűnek írták le: ependymasejtek egy rétegéből álló belső és egy leptomeningealis kötőszövetből álló külső réteget különböztettek meg. [112] Ez a vizsgálat azonban egy, a szerzők által megnagyobbodottnak és patológiásnak ítélt, klinikai tüneteket okozó és emiatt műtéti úton eltávolított rhomboid lipből készült.

Jelen dolgozat normál anatómiájú, eltérő nagyságú rhomboid lip-ek szövettani szerkezetének vizsgálatakor a középső, gliális sejtréteg azonosítása mellett igazolta, hogy 1) a rhomboid lip szerkezete független a méretétől; és hogy 2) a rhomboid lip szövettani szerkezete megegyezik az apertura lateralis obstrukcióját okozó membrán szövettani szerkezetével. A makro- és a mikroszkópos felépítés azonossága, valamint az azonos lokalizáció a közös fejlődéstani eredet lehetőségét veti fel.

6.9. Az aperturae ventriculi quarti fejlődése

A IV. kamra kezdetben a subarachnoidealis tértől izoláltan fejlődik. Az aperturák a kamrafal meghatározott helyeken történő elvékonyodásával, majd perforációjával jönnek létre. Az apertura mediana kialakulása a 9.-10. héten történik, [113] míg a két apertura

lateralis létrejöttének időpontja bizonytalanabb, szakirodalmi adatok a 14. és a 26. hét közé helyezik. [32, 113] A zárt variációjú apertura lateralis belső oldalán található endymasejtek jelenlétéből korábban arra következtettek, hogy ez az anatómiai variáció a kamrafal elvékonyodásának és átszakadásának elmaradásából (atresia vagy imperforáció) adódik. [109-111] Az apertura lateralisok létrejöttének időpontjára a kamrarendszer és a subarachnoidealis tér közötti kommunikáció már biztosított a Magendie-féle nyíláson keresztül, így az aperturae laterales kialakulásának elmaradása sem okoz prenatalis hydrocephalust.

A rhomboid lip lokalizációja, valamint az a tény, hogy a szövettani szerkezete megegyezik a zárt Luschka-féle foramen szerkezetével arra utal, hogy ez a struktúra az egykori elvékonyodott kamrafal maradványának tekinthető, amelynek mérete a perforáció kiterjedésének a mértékétől függ.

Az apertura mediana kialakulásának elmaradása egy, a IV. kamra üregével összeköttetésben álló, a foramen magnum és a kisagyi tonsillák között kialakuló cysticus képlet, a perzisztens Blake-tasak létrejöttét eredményezi. Szakirodalmi adatok alapján ezen struktúra falának szövettani szerkezete megegyezik az apertura lateralist elzáró membrán, valamint a rhomboid lip szövettani szerkezetével, [44, 114] amely a három struktúra közös, az elvékonyodott, de nem perforálódott kamrafalból származó eredetére utal.

6.10. A zárt Luschka-féle foramen klinikai jelentősége, gyakorisága

A zárt variációjú apertura lateralis klinikai jelentősége abban rejlik, hogy az általa létrehozott kis tasak megnagyobbodva egy, a kisagy-híd szögletben elhelyezkedő, kompressziós tüneteket okozó cysticus struktúrává alakulhat. Ez megvalósulhat 1) uni- vagy bilaterálisan, de az apertura mediana egyidejű érintettsége nélkül; és 2) bilaterálisan az apertura mediana egyidejű elzáródásával, amely a FVOO-t hozza létre.

A Luschka-féle foramen diverticularis tágulatát korábban kifejezetten gyakori elváltozásként tartották számon. [43] Ennek ellenére az elmúlt két évtized szakirodalmából csaknem hiányzik az említése, amelynek hátterében a kisagy-híd szöglet leggyakoribb cysticus elváltozásával, az arachnoidealis cystával való makroszkópos hasonlósága állhat. A két struktúra nehéz elkülönítésére utal az a tény is, hogy az apertura

lateralist elzáró membránt korábban ítélték arachnoideának is. [24] A fennálló hasonlóságot a jelen dolgozat eredményei is megerősítették.

Nakahara és munkatársainak a 34 hemifacialis spazmus miatt operált beteg adatait feldolgozó közleménye az egyetlen olyan vizsgálat, amelyben ez az elváltozás, ugyan más néven nevezve, de említve van. A szerzők esetszám ismertetése nélkül említik meg, hogy extrém méretű rhomboid lip esetén a preoperatív MRI képalkotás egy cysticus struktúrát ábrázolt a kisagy-híd szögletben, azonban ezt nem a primeren zárt apertura lateralis diverticularis tágulataként értelmezték. A közleményükben bemutatott preoperatív MRI felvételeken a Luschka-féle diverticulum radiológiai jellegzetességei azonban egyértelműen felismerhetők. [112]

6.11. A zárt Luschka-féle foramen viszonya az arachnoidealis cystákhoz

A Luschka-féle foramen primeren zárt variációja és az arachnoidealis cysták között korábban szorosabb kapcsolatot feltételeztek. Gardner és munkatársai a kisagy-híd szögletben megjelenő arachnoidealis cysták kialakulását a zárt apertura lateralis által alkotott tasak megnagyobbodására vezették vissza. [38]

Az általuk leírt eseteknél azonban három tényező nem egyeztethető össze az arachnoidealis cysták ma elfogadott definíciójával: 1) a cysta belső felszínét bélelő, egy rétegben elhelyezkedő ependymasejtek; 2) a cysta üregében található plexus choroideus; és 3) a kitágult recessus lateralison keresztül a IV. kamrával való összeköttetés. Az idegsebészeti szakirodalomban megtalálható több olyan kisagy-híd szögleti arachnoidealis cystának a leírása, amelyek falának a belső részében ektópiásan elhelyezkedő, szövettannal igazolt plexus choroideus volt megfigyelhető. Ezek egyike sem rendelkezett azonban sem belső ependymális borítással, sem pedig összeköttetéssel a IV. kamra üregével. [115-117]

A Gardner és munkatársai által leírt esetek mindegyikénél megfigyelhető volt 1) a Luschka-féle diverticulum kétoldali jelenléte; 2) a Magendie-féle foramen egyidejű elzártságával és 3) a következményesen kialakuló hydrocephalussal. [38] A három tényező együttes jelenléte pedig nem arachnoidealis cystára, hanem FVOO-ra utal.

6.12. A zárt apertura viszonya a „fourth ventricle outlet obstruction” -hoz

A Luschka-féle foramenek bilateralis, diverticularis tágulata egy karakterisztikus radiológiai lelet FVOO-ban. [29-31, 50-57] Ezek falának a szövettani szerkezetét két, [38] illetve három rétegűnek írták le, [52] műtétek során eltávolított minták felhasználásával. Gardner és munkatársai egy ependymasejtek egy rétegéből álló belső, és egy leptomeningealis külső réteget különböztettek meg, [38] míg Holland a kettő közötti gliális réteget is azonosította. [52] Gardner publikációja ugyan nem vizsgálta az ependymasejtek alatti területet részletesebben, de a tanulmány ábráin a gliális réteg jól felismerhető. [38]

A rendelkezésre álló adatok alapján a FVOO-ban jelentkező diverticularis tágulat falszerkezete megegyezik a primeren zárt apertura lateralis, a rhomboid lip, valamint a perzisztens Blake-tasak falszerkezetével, ami ezen struktúrák közös, imperforációra visszavezethető eredetére utal.

FVOO esetén azonban az apertura mediana is zárt. A szakirodalomban fellelhető, műtétileg eltávolított obstrukciót okozó membránokból készült szövettani leírások egyike sem igazolta ependymasejtek jelenlétét a membrán belső felszínén, [38, 118-120] amely az embryonális eredetet ebben az esetben megkérdőjelezi.

A FVOO secunder formái esetén a IV. kamra három kijáratának egyidejű elzáródása egy másik patológiás elváltozás következményeként magyarázható. A primer forma esetén azonban ez már problematikusabb, [29] különösen a születés után évekkel, vagy felnőttkorban manifesztálódó eseteknél. A primer FVOO kialakulását a leginkább elősegítő anatómiai variáns a két apertura lateralis primer zártsága nyitott apertura mediana mellett. Ezekben az esetekben elég csak ennek elzáródnia a FVOO kialakulásához. A jelen dolgozatban átvizsgált preparátumok között egy ilyen sem volt, azonban a szakirodalmi adatok alapján ez a variáció létezik. [24]

A FVOO kialakulásához nem szükséges a IV. kamra kijáratának tökéletes anatómiai zártsága, elég a kritikus beszűkülésük is. Carpentier és munkatársai egy olyan 58 éves páciensnél manifesztálódó FVOO-s esetet közöltek, amelynél az endoszkópos harmadik agykamra fenesztáció (ETV) előtt és után is végeztek a liquor áramlásának vizsgálatára alkalmas cine-MRI vizsgálatot. Míg a preoperatív elvégzett mérés a IV. kamra mindhárom kijáratát teljesen zártnak találta, addig a postoperatív 8. hónapban

elvégzett vizsgálat a jobb oldali apertura lateralis és az apertura medianan keresztül liquor áramlását mutatta ki. [121]

A jelenséget a következőképpen magyarázták a szerzők: a beszűkült foramenek előtt felgyülemelő liquor a kamrarendszer tágulatát és az aperturák dura mater felé való lassú elmozdulását idézi elő. A páciens ekkor még tünetmentes. Amint az aperturák a dura matert elérik, a részleges obstrukció teljessé válik, amely a tünetek megjelenését váltja ki. Az ETV helyreállítja a kamrarendszer és a subarachnoidealis tér közötti kommunikációt, amely a kamrai nyomást csökkentve az aperturák eltávolodását idézi elő a dura matertől. A teljes obstrukció részlegessé válik, így ismét mérhető a liquor áramlása. [121]

A szerzők az apertura lateralis szűkületét okozó anatómiai variációkat három csoportba foglalták össze: 1) Luschka dysgenesis, amely egy, csak egy irányban vezető billentyűszerű membránt jelent; 2) Luschka-arachnoiditis, amely esetén a forament egy hálószerű membrán zárja el; és 3) Luschka agenesis, amelynél az apertura ugyan kifejlődik, de pontszerűen beszűkült. [121]

Jelen dolgozat eredményei igazolják a harmadik pontot, több olyan agykészítményt is bemutatva, amelyeknél 1) a Luschka-féle foramen a rhomboid lip nagy méretének következtében jelentősen be volt szűkülve, vagy pedig 2) az aperturát elzáró struktúrán apró fenesztrációk voltak megfigyelhetők. A plexus choroideus ezen esetek mindegyikében látható volt, többnyire elő is boltosult, amely felveti annak lehetőségét, hogy a kamrai nyomás következtében a cisterna irányába nyomuló plexus choroideus az apertura lateralist tamponálva maga is hozzájárul a részleges obstrukció teljessé tételében.

A jelen dolgozatban megvizsgált preparátumok között kettő olyan fordult elő, ahol az egyik oldali apertura lateralis teljesen zárt, a másik pedig jelentősen beszűkült volt. A fenti adatok alapján ezekben az esetekben az apertura mediana beszűkülése is elegendő a liquorkeringés egyensúlyának felborulásához, és a FVOO klinikai képének kialakulásához.

6.13. A Luschka-féle diverticulum patomechanizmusa

A fentebb ismertetett anatómiai és klinikai eredmények alapján az izoláltan jelentkező Luschka-diverticulum patomechanizmusa a következőképpen foglalható össze.

A recessus lateralison keresztülhaladó, extrém módon megnagyobbodott plexus choroideus (amely mind az anatómiai, mind a klinikai esetekben megfigyelhető volt) a méretéből adódóan egyrészt lokális liquor hiperszekréciót okoz, másrészt gátolja a folyadék szabad áramlását a recessus lateralison keresztül. Amennyiben az apertura lateralis zárt variációja van jelen, az alatta kialakuló kis tasakban a megnövekedett szekréció és a csökkent eláramlás lokális nyomásemelkedést eredményez, amelynek következménye a kis tasak diverticulummá való átalakulása és a recessus lateralis kitágulása. A diverticulum a környező agyidegek kompresszióját okozza, amely a tünetek megjelenésével jár együtt. Az operatív ellátás után, a postoperatív MRI felvételeken a recessus lateralis tágasságának csökkenése figyelhető meg, amely egyrészt indirekt radiológiai jelként a műtét sikerességére utal, másrészt pedig a lokális nyomás szerepét hangsúlyozza a patomechanizmusban.

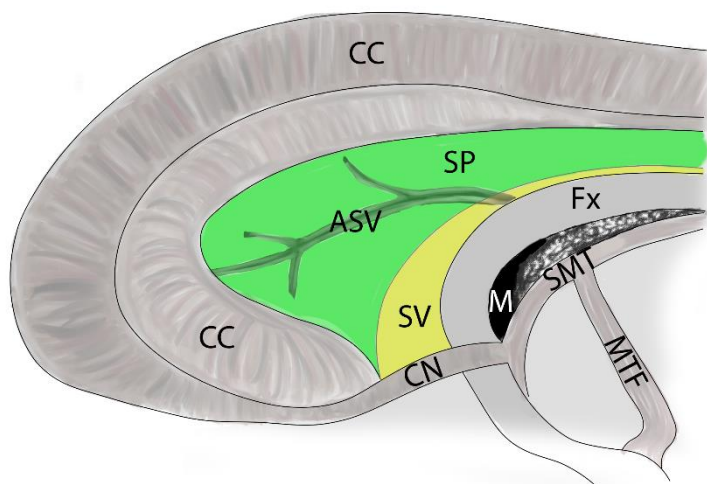
6.14. A septum pellucidum részei

A septum pellucidum fogalmát a szakirodalom általában az oldalkamra frontalis szarvának és pars centralisának medialis falát alkotó, a corpus callosum és a fornix között kifeszülő vékony lemez egészének jelölésére használja. [58, 59]

Andy és Stephan két részét különböztették meg szövettani vizsgálataik alapján: a dorsalisán elhelyezkedő vékony, valódi septum pellucidumot és a ventralisan fekvő, vastagabb septum verumot, amely emberben is jól fejlett magvakat (nuclei septales) tartalmaz. [72] A septum pellucidum ezzel szemben főként idegrostokból és a közöttük elhelyezkedő gliasejtekből áll, [72, 73] idegsejtek perikaryonjait csak a caudalis részében azonosították. [74]

A félreérthetőség elkerülése érdekében jelen dolgozat további részeiben az oldalkamrákat elválasztó lemez egésze septumként, míg ennek dorsalis része septum pellucidumként, ventralis része pedig septum verumként kerül megnevezésre.

A septum két része közötti határvonal preparáció nélkül, lateralis nézetből nem határozható meg teljes bizonyossággal. Jelen dolgozat rostozási eredményei alapján a septum pellucidum és a septum verum közötti határ a corpus fornicis felett kb. 1 mm-rel, azzal párhuzamosan halad rostralis irányba, majd a fornix ívéhez hasonlóan, azzal közel megegyező ívben ventralis irányba fordul és a fornix postcommissuralis portiojától anterior irányban kb. 5 mm-re, a nuclei septales rostralis széle mentén végződik. [27. ábra]



26. ábra – Sematikus ábra az oldalkamra cornu anteriorusának és pars centralisának medialis faláról

A septum a corpus callosum és a fornix között kifeszülve a cornu anteriorus és a pars centralis ventriculi lateralis medialis falát alkotja. Két részből tevődik össze: a dorsalisan fekvő, vékonyabb septum pellucidumból (zöld terület) és a ventralisan elhelyezkedő, vastagabb septum verumból (sárga terület). A kettő közötti határ lateralis nézetből nem állapítható meg teljes bizonyossággal preparáció nélkül. Bal oldali ábra, lateralis irányból. Jelölések: ASV: v. septalis anterior, CC: corpus callosum, CN: caput nuclei caudati, Fx: fornix, M: foramen interventriculare, MTF: fasciculus mamillothalamicus, SMT: stria medullaris thalami, SP: septum pellucidum, SV: septum verum; (módosított ábra [91] alapján)

6.15. A septum neuralis anatómiája

A vénás anatómia szemszögéből az avascularis területek a legmegfelelőbbek a fenesztrációra ESP során. Régóta ismert a tény, hogy a septum idegszöveti alkotóelemeket is tartalmaz, [58, 72-74] azonban ezeknek a sebészi topografikus anatómiáját korábban egy tanulmány sem vizsgálta, így elhelyezkedésük sem lehetett figyelembe véve a fenesztrációra optimális terület meghatározása során.

6.15.1. Fornix

A fornix a hippocampus fő efferens pályája, amely afferens rostokat is tartalmaz a septalis magvak felől a hippocampus irányában. ESP során a fornix sérülése minden körülmények között elkerülendő. [65] A fornix rostjai a commissura anterior horizontalis rostjaihoz képest precommissuralis és postcommissuralis divízióra oszthatók. A rostok többsége a postcommissuralis részhez tartozik, és a corpus mamillareban végződve a Papez-kör részeként az epizodikus memóriában játszik szerepet. A precommissuralis rostok a hippocampus és a nucleii septales között teremtenek reciprok kapcsolatot és szintén a memóriával hozhatók összefüggésbe. Szakirodalmi adatok alapján ezen rostok izolált sérülése a rövid távú memória zavarával jár együtt. [122]

Jelen dolgozat preparatív eredményei alapján a precommissuralis rostok a foramen interventriculare magasságában hagyják el a postcommissuralis rostok tömegét. Lefutásuk során pár mm-re eltávolodnak rostralis irányban a műtét során is jól azonosítható postcommissuralis rostoktól, így ezektől ESP során minimum 1-2 mm-es távolság tartandó a precommissuralis rostok sérülésének elkerülése végett.

6.15.2. Nuclei septales

A nucleii septales funkcióit korábban már számos klinikai vizsgálat támasztotta alá. Heath és munkatársai különböző agyi területek elektromos aktivitását vizsgálta mély agyi elektródák segítségével, skizofrén és epilepsziás páciensekben. A septalis magvakból elvezetett aktivitás abnormálisnak mutatkozott a rohamok alatt mind a két betegpopulációban. [123, 124] Skizofrén páciensek esetén a nucleii septales funkcionális károsodása mellett strukturális eltérésüket is igazolták. [125, 126] Az epilepsziában betöltött szerepüket állatkísérletek eredményei is támogatják: károsodásuk növelte, míg

stimulációjuk csökkentette az állatok rohamainak számát. [127] A nucleii septales térfogata megnövekedett temporalis lebenyi, de mesialis temporalis sclerosis nélküli epilepsziával rendelkező páciensekben, [128] és csökkent szellemi fogyatékkal vagy Alzheimer-kórral rendelkezőkben. [129] A septalis magvak mérete és az epizódikus és kontextuális memória közötti pozitív korrelációt ugyancsak igazolták egy önkéntesen végzett vizsgálatban. [130]

Mindezen funkciókat figyelembe véve a nucleii septales sérülése elkerülendő ESP során. Jelen dolgozat eredményeit a szövettan alapú topografikus atlaszokkal, valamint leírásokkal [72-74, 131] összevetve igazolódott, hogy a pars libera columnae fornicis előtt azonosított szürkeállomány a septalis magvaknak felel meg. Annak érdekében, hogy az ESP során a fenesztráció ezt a területet megkímélje, a fornix postcommissuralis rostjaitól anterior irányban minimum 5 mm-es távolság tartandó.

6.15.3. *A septum idegpályái*

A fornixból eredő, a septum állományán áthaladó, és végül a frontális lebenyben végződő rostokat elsőként Jang és munkatársai ábrázolták konvencionális 1,5 Tesla MRI készülékkel végzett tractographia során. A rostok detektálhatósága erőteljesen függött az MRI készülék beállításaitól. [132]

Cho és munkatársai tovább karakterizálták ezeket a rostokat ultra high-field 7,0 Tesla MRI alkalmazásával. A septum pellucidumban azonosítottak egy pályát, amelyet „septum pellucidum tract” -nak neveztek el. Ez két részből, egy a fornix corpusából eredő felső, és egy, a septalis magvakból eredő alsó részből állt össze, amelyek a genu corporis callosi mögött egyesülve egy pályaként érték el a prefrontális kérget. A szerzők véleménye alapján ez a pálya az emocionális viselkedés és a kognitív funkciók szabályozásában játszhat szerepet, így a jövőben lehetséges célpontként szolgálhat a különféle pszichiátriai kórképek mély agyi stimulációval történő kezelése esetén. [133, 134]

A tractographia ugyan egy kiváló eszköz a fehérállomány szerkezetének in vivo vizsgálatára, a technika azonban számos limitációval rendelkezik: a rostok túl-, illetőleg alábecslése patológiás körülmények között, [135, 136] a kereszteződő és a „kissing”

rostok problematikája. Ezek szükségessé teszik az ezzel a megközelítéssel kapott eredmények validációját. [137]

A jelen dolgozat megerősítette a Cho és munkatársai által azonosított rostok jelenlétét makroszkópos és mikroszkópos módszerek segítségével. A rostpreparációs megközelítés ugyanakkor lehetőséget adott a septumot felépítő neuralis alkotóelemek sebészi topografikus anatómiájának leírására, valamint ennek a vénás anatómiával való összevetésére.

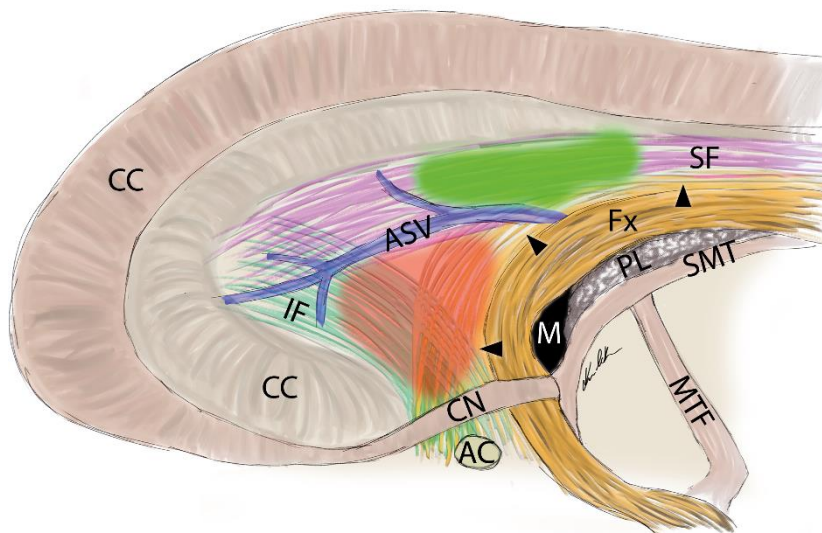
6.16. A septum vénás anatómiája

A vv. septales ágainak száma és lefutási mintázata rendkívül variábilisnak mutatkozott a megvizsgált készítményeken, de ennek ellenére a Vinas és munkacsoportja által leírt avascularis régiók mindegyike azonosítható volt a preparátumokon. [58] A v. septalis anterior főtrzsének egy új variációja került leírásra, amely a fornixot perforálva, annak rostjai között halad a v. cerebri interna irányába.

6.17. A feneztráció optimális helye endoszkópos septum pellucidotomia során

A septum neuralis alkotóelemeinek topografikus anatómiáját figyelembe véve, ESP során a feneztráció optimális helye a septum pellucidum területén helyezkedik el, a foramen interventriculare felett, a fornix felső szélén áthaladó horizontális sík felett. A hydrocephalus kiterjedésétől függően a foramen interventricularétól caudalisan elhelyezkedő terület is megfontolható. [27. ábra] Az itt kivitelezett feneztráció során minimális a fornix és a septalis magvak sérülésének kockázata. A precommissuralis rostok megőrzése céljából azonban pár mm távolság tartandó a postcommissuralis rostoktól.

A septum pellucidum felső részének feneztrációja az itt futó fasciculus superior roncsolásával jár együtt. Ezen pálya pontos funkcionális szerepe ugyan jelenleg nem ismert, de a tény, hogy az itt kivitelezett ESP-k után nem jelentettek neurológiai tüneteket, [60, 65] arra utal, hogy ennek sérülése kevésbé kockázatos, mint a fornixé vagy a septalis magvaké.



27. ábra – Sematikus ábra a septum neuralis és vascularis felépítéséről

A septum pellucidum fasciculus superiorja lila, fasciculus inferiorja zöld, a fornix pre- (fekete nyílhegyek) és postcommissuralis rostjai pedig sárga színűek. A fenesztráció optimális helye zöld színnel van jelölve a septum pellucidum dorsalis részén, a foramen interventriculare felett. Piros terület jelöli a septum legnagyobb avascularis régióját, amelynek fenesztrációja a septalis magvak közelsége miatt nem javasolt. Bal oldali ábra, lateralis irányból. Jelölések: AC: commissura anterior, ASV: v. septalis anterior, CC: corpus callosum, CN: caput nuclei caudati, Fx: fornix, IF: a septum pellucidum fasciculus inferiorja, M: foramen interventriculare, MTF: fasciculus mamillothalamicus, PL: plexus choroideus, SF: a septum pellucidum fasciculus superiorja, SMT: stria medullaris thalami; (módosított ábra [91] alapján)

A septum pellucidum alsó részén, a fasciculus inferior lefutásának megfelelő területen található a septum legnagyobb avascularis területe. [58] Méretéből adódóan ez a régió alkalmas célpontja lehetne a fenesztrációnak a vénás anatómia szemszögéből, azonban a septalis magvak közelsége korlátozza a felhasználhatóságát. Elérése technikai szempontból problémás, ami az ellenoldali septum fenesztrációját is nehezíti. [61, 68]

A jelen dolgozat által javasolt területen található a Vinas és munkacsoportja által leírt második avascularis terület. [58] A feldolgozott preparátumokon a vv. septales anatómiája ugyan rendkívül variábilisnak mutatkozott, de ez a terület az összes

készítményen azonosítható volt. A javasolt régió tehát nem csak a neuralis, hanem a vénás anatómia szempontjából is optimális a septum feneztrációjára ESP során.

7. Összefoglalás

A liquorterek két részének, az apertura lateralis és a septum pellucidum mikrosebészeti anatómiájának vizsgálatára került sor a jelen dolgozatban.

A Bfb-at alkotó plexus choroideus és rhomboid lip makroszkópos anatómiája és morfometriája mellett leírásra került a primeren zárt apertura lateralis makro- és mikroszkópos anatómiája, valamint morfometriája is. A rhomboid lip, a primeren zárt apertura lateralis és az izoláltan jelentkező Luschka-féle diverticulum falának szövettani szerkezete megegyezik, amely közös embryonális eredetre utal.

Az apertura lateralisok a IV. kamra falának elvékonyodásával és perforációjával jönnek létre. A rhomboid lip az eredeti kamrafal maradványa, amelynek kiterjedése a perforáció mértékétől függ. Amennyiben ez a folyamat elmarad, a primeren zárt apertura lateralis variációja figyelhető meg.

Az izoláltan jelentkező Luschka-féle diverticulum patomechanizmusában a primeren zárt Luschka-féle foramen és az általa fedett extrém méretű plexus choroideus játszik szerepet. A lokálisan kialakuló hiperszekréción, valamint a liquor recessus lateralison keresztül történő elvezetésének gátlása együttesen járulnak hozzá a zárt foramen által alkotott kis tasak diverticulummá való kitágulásához.

Leírásra kerültek a Luschka-féle diverticulum radiológiai jellegzetességei, amelyek a következő pontokban foglalhatók össze: 1) egy liquorral kitöltött cysticus struktúra a kisagy-híd szögletben, amelynek 2) ürege plexus choroideust tartalmaz és 3) az adott oldali kitágult recessus lateralison keresztül közlekedik a IV. kamra üregével, valamint 4) a nIX, nX és nXI rostjainak medialis irányú diszlokációja az ezen struktúra által okozott térfoglalás miatt.

A humán septumon három pálya, 1) a septum pellucidum fasciculus superiorja, 2) a septum pellucidum fasciculus inferiorja, valamint 3) a fornix precommissuralis rostjai azonosíthatóak. A nuclei septales a septum verum területén helyezkednek el, közvetlenül a pars libera columnae fornicis előtt.

A neuralis alkotóelemek, valamint a vénás anatómia szemszögéből ESP során a feneztrációra optimális hely a septum pellucidum területén helyezkedik el, a foramen interventriculare felett, a fornix felső szélén áthaladó horizontalis sík felett.

8. Summary

The microsurgical anatomy of the Bochdalek's flower basket and the septum pellucidum was examined in the present study.

The macroscopic anatomy and the morphometry of the Bochdalek's flower basket as well as the macro- and microscopic anatomy and morphometry of the primary obstructed Luschka foramen were described.

The identical histological features of the rhomboid lip, the primary obstructed lateral apertures and the isolated diverticular enlargement of the Luschka foramen refer to a common embryological origin.

The apertures of the fourth ventricle develop by the perforation of the thinned ventricular wall. The rhomboid lip is a remnant and its size depends on the extent of the perforation. In case of imperforation, the lateral aperture is primary obstructed.

The pathomechanism of the isolated diverticular enlargement of the Luschka foramen could be explained with the combination of an extremely large choroid plexus and a primary obstructed lateral aperture. The local hypersecretion and the reduced outflow of cerebrospinal fluid through the lateral recess result in the enlargement of the pouch composed by the primary obstructed Luschka foramen.

The radiological features of the Luschka diverticulum were also described. The key points are the followings: 1) a cystic structure filled with cerebrospinal fluid located in the cerebellopontine angle, that 2) contains choroid plexus and 3) communicates with the fourth ventricle through a widened lateral recess, and 4) the dislocation of the lower cranial nerves due to compression.

Three tracts were identified on the human septum: 1) the superior fascicle of the septum pellucidum; 2) the inferior fascicle of the septum pellucidum and 3) the precommissural fibers of the fornix. The septal nuclei could be identified on the septum verum, just anterior to the pars libera of the column of the fornix.

Considering the neural architecture as well as the venous anatomy of the human septum, the fenestration during an ESP should be placed on the septum pellucidum above the horizontal plane running through the superior edge of the fornix above the interventricular foramen.

9. Irodalomjegyzék

- [1] Rhoton AL. (2000) The cerebellopontine angle and posterior fossa cranial nerves by the retrosigmoid approach. *Neurosurgery*, 47: 93-129.
- [2] Takemura Y, Inoue T, Morishita T, Rhoton AL. (2014) Comparison of microscopic and endoscopic approaches to the cerebellopontine angle. *World Neurosurg*, 82: 427-441.
- [3] Kurucz P, Baksa G, Patonay L, Thaher F, Buchfelder M, Ganslandt O. (2017) Endoscopic approach-routes in the posterior fossa cisterns through the retrosigmoid keyhole craniotomy: an anatomical study. *Neurosurg Rev*, 40: 427-448.
- [4] Jannetta PJ. (1985) Microsurgical Management of Trigeminal Neuralgia. *Archives of Neurology*, 42: 800-800.
- [5] Kurucz P, Ganslandt O, Buchfelder M, Barany L. (2019) Arachnoid Membranes Around the Cisternal Segment of the Trigeminal Nerve: A Cadaveric Anatomic Study and Intraoperative Observations During Minimally Invasive Microvascular Decompression Surgery. *World Neurosurg*, 125: 262-272.
- [6] Gudmundsson K, Rhoton AL, Rushton JG. (1971) Detailed anatomy of the intracranial portion of the trigeminal nerve. *J Neurosurg*, 35: 592-600.
- [7] Hardy DG, Rhoton AL. (1978) Microsurgical relationships of the superior cerebellar artery and the trigeminal nerve. *J Neurosurg*, 49: 669-678.
- [8] Joo W, Yoshioka F, Funaki T, Mizokami K, Rhoton AL. (2014) Microsurgical anatomy of the trigeminal nerve. *Clin Anat*, 27: 61-88.
- [9] Tanriover N, Abe H, Rhoton AL, Kawashima M, Sanus GZ, Akar Z. (2007) Microsurgical anatomy of the superior petrosal venous complex: new classifications and implications for subtemporal transtentorial and retrosigmoid suprameatal approaches. *J Neurosurg*, 106: 1041-1050.
- [10] Hardy DG, Peace DA, Rhoton AL. (1980) Microsurgical anatomy of the superior cerebellar artery. *Neurosurgery*, 6: 10-28.
- [11] Rhoton AL. (1984) Microsurgical anatomy of acoustic neuromas. *Neurol Res*, 6: 3-21.
- [12] Rhoton AL. (1974) Microsurgery of the internal acoustic meatus. *Surg Neurol*, 2: 311-318.

- [13] Rhoton AL, Tedeschi H. (2008) Microsurgical anatomy of acoustic neuroma. *Neurosurg Clin N Am*, 19: 145-174.
- [14] Sampath P, Rini D, Long DM. (2000) Microanatomical variations in the cerebellopontine angle associated with vestibular schwannomas (acoustic neuromas): a retrospective study of 1006 consecutive cases. *J Neurosurg*, 92: 70-78.
- [15] Matsushima T, Inoue T, Fukui M. (1990) Arteries in contact with the cisternal portion of the facial nerve in autopsy cases: Microsurgical anatomy for neurovascular decompression surgery of hemifacial spasm. *Surgical Neurology*, 34: 87-93.
- [16] Martin RG, Grant JL, Peace D, Theiss C, Rhoton AL. (1980) Microsurgical relationships of the anterior inferior cerebellar artery and the facial-vestibulocochlear nerve complex. *Neurosurgery*, 6: 483-507.
- [17] Katsuta T, Rhoton AL, Matsushima T. (1997) The jugular foramen: microsurgical anatomy and operative approaches. *Neurosurgery*, 41: 149-201.
- [18] Rhoton AL, Buza R. (1975) Microsurgical anatomy of the jugular foramen. *J Neurosurg*, 42: 541-550.
- [19] Ozveren MF, Ture U. (2004) The microsurgical anatomy of the glossopharyngeal nerve with respect to the jugular foramen lesions. *Neurosurg Focus*, 17: 12-21.
- [20] Ozveren MF, Ture U, Ozek MM, Pamir MN. (2003) Anatomic landmarks of the glossopharyngeal nerve: a microsurgical anatomic study. *Neurosurgery*, 52: 1400-1410.
- [21] Lister JR, Rhoton AL, Matsushima T, Peace DA. (1982) Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery*, 10: 170-199.
- [22] Murali R, Chandy MJ, Rajshekhar V. (1991) Neurovascular relationships of the root entry zone of lower cranial nerves: a microsurgical anatomic study in fresh cadavers. *Br J Neurosurg*, 5: 349-356.
- [23] Saylam C, Ucerler H, Orhan M, Cagli S, Zileli M. (2007) The relationship of the posterior inferior cerebellar artery to cranial nerves VII-XII. *Clin Anat*, 20: 886-891.

- [24] Sharifi M, Ungier E, Ciszek B, Krajewski P. (2009) Microsurgical anatomy of the foramen of Luschka in the cerebellopontine angle, and its vascular supply. *Surg Radiol Anat*, 31: 431-437.
- [25] Klose AK, Sollmann WP. (2000) Anatomical variations of landmarks for implantation at the cochlear nucleus. *Journal of Laryngology and Otology*, 114: 8-10.
- [26] Kuroki A, Moller AR. (1995) Microsurgical anatomy around the foramen of Luschka in relation to intraoperative recording of auditory evoked potentials from the cochlear nuclei. *J Neurosurg*, 82: 933-939.
- [27] Fujii K, Lenkey C, Rhoton AL. (1980) Microsurgical anatomy of the choroidal arteries. Fourth ventricle and cerebellopontine angles. *J Neurosurg*, 52: 504-524.
- [28] Mohanty A, Biswas A, Satish S, Vollmer DG. (2008) Efficacy of endoscopic third ventriculostomy in fourth ventricular outlet obstruction. *Neurosurgery*, 63: 905-913.
- [29] Longatti P, Fiorindi A, Martinuzzi A, Feletti A. (2009) Primary obstruction of the fourth ventricle outlets: neuroendoscopic approach and anatomic description. *Neurosurgery*, 65: 1078-1085.
- [30] Torres-Corzo J, Sanchez-Rodriguez J, Cervantes D, Rodriguez-Della Vecchia R, Muruato-Araiza F, Hwang SW, Rangel-Castilla L. (2014) Endoscopic transventricular transaqueductal Magendie and Luschka foraminoplasty for hydrocephalus. *Neurosurgery*, 74: 426-435.
- [31] Ishi Y, Asaoka K, Kobayashi H, Motegi H, Sugiyama T, Yokoyama Y, Echizenya S, Itamoto K. (2015) Idiopathic fourth ventricle outlet obstruction successfully treated by endoscopic third ventriculostomy: a case report. *Springerplus*, 4: 565.
- [32] Cincu R, Agrawal A, Eiras J. (2007) Intracranial arachnoid cysts: current concepts and treatment alternatives. *Clin Neurol Neurosurg*, 109: 837-843.
- [33] Rengachary SS, Watanabe I. (1981) Ultrastructure and pathogenesis of intracranial arachnoid cysts. *J Neuropathol Exp Neurol*, 40: 61-83.
- [34] Santamarta D, Aguas J, Ferrer E. (1995) The natural history of arachnoid cysts: endoscopic and cine-mode MRI evidence of a slit-valve mechanism. *Minim Invasive Neurosurg*, 38: 133-137.

- [35] Go KG, Houthoff HJ, Blaauw EH, Havinga P, Hartsuiker J. (1984) Arachnoid cysts of the sylvian fissure. Evidence of fluid secretion. *J Neurosurg*, 60: 803-813.
- [36] Gosalakkal JA. (2002) Intracranial arachnoid cysts in children: a review of pathogenesis, clinical features, and management. *Pediatric Neurology*, 26: 93-98.
- [37] Schachenmayr W, Friede RL. (1979) Fine structure of arachnoid cysts. *J Neuropathol Exp Neurol*, 38: 434-446.
- [38] Gardner WJ, Mc CL, Dohn DF. (1960) Embryonal atresia of the fourth ventricle. The cause of "arachnoid cyst" of the cerebellopontine angle. *J Neurosurg*, 17: 226-237.
- [39] Virchow R. *Die Krankhaften Geschwülschte*. Verlag von August Hirschwald, Berlin, 1863: 183-184.
- [40] Sutton JB. (1886) The Lateral Recesses of the Fourth Ventricle; Their Relation to Certain Cysts and Tumours of the Cerebellum, and to Occipital Meningocele. *Brain*, 9: 352-361.
- [41] Recklinghausen F. (1867) Doppelseitige Hydrocele des vierten Ventrikels. *Virchows Archiv*, 30: 374-375.
- [42] Dandy WE. *Hirnchirurgie*. Verlag von Johann Ambrosius Barth, Leipzig, 1938: 740-741.
- [43] Arai H, Sato K. (1991) Posterior fossa cysts: clinical, neuroradiological and surgical features. *Childs Nerv Syst*, 7: 156-164.
- [44] Nelson MD, Jr., Maher K, Gilles FH. (2004) A different approach to cysts of the posterior fossa. *Pediatr Radiol*, 34: 720-732.
- [45] Huang YC, Chang CN, Chuang HL, Scott RM. (2001) Membranous obstruction of the fourth ventricle outlet. A case report. *Pediatr Neurosurg*, 35: 43-47.
- [46] Kasapas K, Varthalitis D, Georgakoulias N, Orphanidis G. (2015) Hydrocephalus due to Membranous Obstruction of Magendie's Foramen. *J Korean Neurosurg Soc*, 57: 68-71.
- [47] Mohanty A, Anandh B, Kolluri VR, Praharaj SS. (1999) Neuroendoscopic third ventriculostomy in the management of fourth ventricular outlet obstruction. *Minim Invasive Neurosurg*, 42: 18-21.

- [48] Duran D, Hadzipasic M, Kahle KT. (2017) Mystery Case: Acute hydrocephalus caused by radiographically occult fourth ventricular outlet obstruction. *Neurology*, 88: 36-37.
- [49] Suehiro T, Inamura T, Natori Y, Sasaki M, Fukui M. (2000) Successful neuroendoscopic third ventriculostomy for hydrocephalus and syringomyelia associated with fourth ventricle outlet obstruction. Case report. *J Neurosurg*, 93: 326-329.
- [50] Karachi C, Le Guerinel C, Brugieres P, Melon E, Decq P. (2003) Hydrocephalus due to idiopathic stenosis of the foramina of Magendie and Luschka. Report of three cases. *J Neurosurg*, 98: 897-902.
- [51] Giannetti AV, Malheiros JA, da Silva MC. (2011) Fourth ventriculostomy: an alternative treatment for hydrocephalus due to atresia of the Magendie and Luschka foramina. *J Neurosurg Pediatr*, 7: 152-156.
- [52] Holland HC, Graham WL. (1958) Congenital atresia of the foramina of Luschka and Magendie with hydrocephalus; report of a case in an adult. *J Neurosurg*, 15: 688-694.
- [53] Inamura T, Morioka T, Nishio S, Ikezaki K, Nonaka H, Yoshiura T. (2002) Diverticular enlargement of the foramina of Luschka and congenital hydrocephalus. *Childs Nerv Syst*, 18: 652-655.
- [54] Roth J, Ben-Sira L, Udayakumaran S, Constantini S. (2012) Contrast ventriculo-cisternography: an auxiliary test for suspected fourth ventricular outlet obstruction. *Childs Nerv Syst*, 28: 453-459.
- [55] Rougier A, Menegon P. (2009) MRI evidence of membranous occlusion of the foramen of Magendie. *Acta Neurochir (Wien)*, 151: 693-694.
- [56] Takami H, Shin M, Kuroiwa M, Isoo A, Takahashi K, Saito N. (2010) Hydrocephalus associated with cystic dilation of the foramina of Magendie and Luschka. *J Neurosurg Pediatr*, 5: 415-418.
- [57] Shimoda Y, Murakami K, Narita N, Tominaga T. (2017) Fourth Ventricle Outlet Obstruction with Expanding Space on the Surface of Cerebellum. *World Neurosurg*, 100: 711E1 -711E5.
- [58] Vinas FC, Castillo C, Diaz FG. (1998) Microanatomical considerations for the fenestration of the septum pellucidum. *Minim Invasive Neurosurg*, 41: 20-26.

- [59] Rhoton AL. (2002) The Lateral and Third Ventricles. *Neurosurgery*, 51: 207-271.
- [60] Aldana PR, Kestle JR, Brockmeyer DL, Walker ML. (2003) Results of endoscopic septal fenestration in the treatment of isolated ventricular hydrocephalus. *Pediatr Neurosurg*, 38: 286-294.
- [61] Cai Q, Song P, Chen Q, Chen Z, Huang S, Xu H, Wang J, Tian D, Wu L, Wang L, Xu Z, Zhang S, Ji B, Liu B. (2013) Neuroendoscopic fenestration of the septum pellucidum for monoventricular hydrocephalus. *Clin Neurol Neurosurg*, 115: 976-980.
- [62] Gangemi M, Maiuri F, Donati PA, Signorelli F, Basile D. (1999) Endoscopic surgery for monoventricular hydrocephalus. *Surg Neurol*, 52: 246-250.
- [63] Hamada H, Hayashi N, Kurimoto M, Umemura K, Hirashima Y, Endo S. (2003) Neuroendoscopic septostomy for isolated lateral ventricle. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 43: 582-587.
- [64] Hayashi N, Hamada H, Hirashima Y, Kurimoto M, Takaku A, Endo S. (2000) Clinical features in patients requiring reoperation after failed endoscopic procedures for hydrocephalus. *Minim Invasive Neurosurg*, 43: 181-186.
- [65] Oertel JM, Schroeder HW, Gaab MR. (2009) Endoscopic stomy of the septum pellucidum: indications, technique, and results. *Neurosurgery*, 64: 482-491.
- [66] Oi S, Hidaka M, Honda Y, Togo K, Shinoda M, Shimoda M, Tsugane R, Sato O. (1999) Neuroendoscopic surgery for specific forms of hydrocephalus. *Childs Nerv Syst*, 15: 56-68.
- [67] Schroeder HW, Oertel J, Gaab MR. (2007) Endoscopic treatment of cerebrospinal fluid pathway obstructions. *Neurosurgery*, 60: 44-51.
- [68] Vaz-Guimaraes Filho FA, Ramalho CO, Suriano IC, Zymberg ST, Cavalheiro S. (2011) Neuroendoscopic surgery for unilateral hydrocephalus due to inflammatory obstruction of the Monro foramen. *Arq Neuropsiquiatr*, 69: 227-231.
- [69] Udayakumaran S, Onyia CU, Cherkil S. (2017) An Analysis of Outcome of Endoscopic Fenestration of Cavum Septum Pellucidum Cyst - More Grey than Black and White? *Pediatr Neurosurg*, 52: 225-233.

- [70] Kehler U, Gliemroth J, Arnold H. (1997) Asymmetric hydrocephalus: safe endoscopic perforation of septum pellucidum: technical note. *Minim Invasive Neurosurg*, 40: 101-102.
- [71] Roth J, Olasunkanmi A, Rubinson K, Wisoff JH. (2010) Septal vein symmetry: implications for endoscopic septum pellucidotomy. *Neurosurgery*, 67: 395-401.
- [72] Andy OJ, Stephan H. (1968) The septum in the human brain. *J Comp Neurol*, 133: 383-410.
- [73] Brockhaus H. (1942) Zur feineren Anatomie des Septum und des Striatum. *Journal für Psychologie und Neurologie*, 51: 1-56.
- [74] Horvath S, Palkovits M. (1987) Morphology of the human septal area: a topographic atlas. *Acta Morphol Hung*, 35: 157-174.
- [75] Agrawal A, Kapfhammer JP, Kress A, Wichers H, Deep A, Feindel W, Sonntag VKH, Spetzler RF, Preul MC. (2011) Josef Klingler's Models of White Matter Tracts: Influences on Neuroanatomy, Neurosurgery, and Neuroimaging. *Neurosurgery*, 69: 238-254.
- [76] Klingler J. (1935) Erleichterung der makroskopischen Präparation des Gehirns durch den Gefrierprozess. *Schweiz Arch Neurol Psychiatr*, 36: 247-256.
- [77] Ludwig E, Klingler J. *Atlas Cerebri Humani*. Karger, Basel, 1956: 9-10.
- [78] Zemmoura I, Blanchard E, Raynal PI, Rousselot-Denis C, Destrieux C, Velut S. (2016) How Klingler's dissection permits exploration of brain structural connectivity? An electron microscopy study of human white matter. *Brain Struct Funct*, 221: 2477-2486.
- [79] Arnts H, Kleinnijenhuis M, Kooloos JG, Schepens-Franke AN, van Cappellen van Walsum AM. (2014) Combining fiber dissection, plastination, and tractography for neuroanatomical education: Revealing the cerebellar nuclei and their white matter connections. *Anat Sci Educ*, 7: 47-55.
- [80] Silva SM, Andrade JP. (2016) Neuroanatomy: The added value of the Klingler method. *Ann Anat*, 208: 187-193.
- [81] Zemmoura I, Serres B, Andersson F, Barantin L, Tauber C, Filipiak I, Cottier JP, Venturini G, Destrieux C. (2014) FIBRASCAN: a novel method for 3D white matter tract reconstruction in MR space from cadaveric dissection. *Neuroimage*, 103: 106-118.

- [82] Kier EL, Staib LH, Davis LM, Bronen RA. (2004) Anatomic dissection tractography: a new method for precise MR localization of white matter tracts. *AJNR Am J Neuroradiol*, 25: 670-676.
- [83] Martino J, De Witt Hamer PC, Vergani F, Brogna C, de Lucas EM, Vazquez-Barquero A, Garcia-Porrero JA, Duffau H. (2011) Cortex-sparing fiber dissection: an improved method for the study of white matter anatomy in the human brain. *J Anat*, 219: 531-541.
- [84] Axer H, Axer M, Krings T, Keyserlingk DGv. (2001) Quantitative estimation of 3-D fiber course in gross histological sections of the human brain using polarized light. *Journal of Neuroscience Methods*, 105: 121-131.
- [85] Axer M, Amunts K, Grassel D, Palm C, Dammers J, Axer H, Pietrzyk U, Zilles K. (2011) A novel approach to the human connectome: ultra-high resolution mapping of fiber tracts in the brain. *Neuroimage*, 54: 1091-1101.
- [86] Axer H, Beck S, Axer M, Schuchardt F, Heepe J, Flucken A, Axer M, Prescher A, Witte OW. (2011) Microstructural analysis of human white matter architecture using polarized light imaging: views from neuroanatomy. *Front Neuroinform*, 5: 28.
- [87] Schindelin J, Arganda-Carreras I, Frise E, Kaynig V, Longair M, Pietzsch T, Preibisch S, Rueden C, Saalfeld S, Schmid B, Tinevez JY, White DJ, Hartenstein V, Eliceiri K, Tomancak P, Cardona A. (2012) Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. *Nat Methods*, 9: 676-682.
- [88] Gallyas F. (1981) An argyrophil III method for the demonstration of fibrous neuroglia. *Acta Morphol Acad Sci Hung*, 29: 185-193.
- [89] Barany L, Baksa G, Patonay L, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2017) Morphometry and microsurgical anatomy of Bochdalek's flower basket and the related structures of the cerebellopontine angle. *Acta Neurochir (Wien)*, 159: 1539-1545.
- [90] Barany L, Baksa G, Patonay L, Racz G, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2018) Primary Obstruction of the Foramen of Luschka: Anatomy, Histology, and Clinical Significance. *World Neurosurg*, 112: 288-297.

- [91] Barany L, Meszaros C, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2019) Neural and vascular architecture of the septum pellucidum: an anatomical study and considerations for safe endoscopic septum pellucidotomy. *J Neurosurg*, 1-10.
- [92] Funaki T, Matsushima T, Masuoka J, Nakahara Y, Takase Y, Kawashima M. (2010) Adhesion of rhomboid lip to lower cranial nerves as special consideration in microvascular decompression for hemifacial spasm: Report of two cases. *Surg Neurol Int*, 1: 71.
- [93] Bradac GB, Simon RS, Fiegler W, Schneider H. (1976) A radioanatomical study of the choroid plexus of the fourth ventricle. *Neuroradiology*, 11: 87-91.
- [94] Horsburgh A, Kirillos RW, Massoud TF. (2012) Bochdalek's flower basket: applied neuroimaging morphometry and variants of choroid plexus in the cerebellopontine angles. *Neuroradiology*, 54: 1341-1346.
- [95] Tubbs RS, Shoja MM, Aggarwal A, Gupta T, Loukas M, Sahni D, Ansari SF, Cohen-Gadol AA. (2016) Choroid plexus of the fourth ventricle: Review and anatomic study highlighting anatomical variations. *J Clin Neurosci*, 26: 79-83.
- [96] Hayman LA, Evans RA, Hinck VC. (1979) Choroid plexus of the fourth ventricle: a useful CT landmark. *AJR Am J Roentgenol*, 133: 285-288.
- [97] Chaudhry N, Srivastava A, Joshi L. (2015) Hemifacial spasm: The past, present and future. *J Neurol Sci*, 356: 27-31.
- [98] Barker FG, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Shields PT, Larkins MV, Jho HD. (1995) Microvascular decompression for hemifacial spasm. *J Neurosurg*, 82: 201-210.
- [99] Chung SS, Chang JH, Choi JY, Chang JW, Park YG. (2001) Microvascular decompression for hemifacial spasm: a long-term follow-up of 1,169 consecutive cases. *Stereotact Funct Neurosurg*, 77: 190-193.
- [100] Huh R, Han IB, Moon JY, Chang JW, Chung SS. (2008) Microvascular decompression for hemifacial spasm: analyses of operative complications in 1582 consecutive patients. *Surg Neurol*, 69: 153-157.
- [101] Lee MH, Jee TK, Lee JA, Park K. (2016) Postoperative complications of microvascular decompression for hemifacial spasm: lessons from experience of 2040 cases. *Neurosurg Rev*, 39: 151-158.

- [102] McLaughlin MR, Jannetta PJ, Clyde BL, Subach BR, Comey CH, Resnick DK. (1999) Microvascular decompression of cranial nerves: lessons learned after 4400 operations. *J Neurosurg*, 90: 1-8.
- [103] Yuan Y, Wang Y, Zhang SX, Zhang L, Li R, Guo J. (2005) Microvascular decompression in patients with hemifacial spasm: report of 1200 cases. *Chin Med J (Engl)*, 118: 833-836.
- [104] Sindou M, Fobe JL, Ciriano D, Fischer C. (1992) Hearing prognosis and intraoperative guidance of brainstem auditory evoked potential in microvascular decompression. *Laryngoscope*, 102: 678-682.
- [105] Abe H, Rhoton AL. (2006) Microsurgical anatomy of the cochlear nuclei. *Neurosurgery*, 58: 728-39.
- [106] Sennaroglu L, Ziyal I. (2012) Auditory brainstem implantation. *Auris Nasus Larynx*, 39: 439-450.
- [107] Komune N, Yagmurlu K, Matsuo S, Miki K, Abe H, Rhoton AL. (2015) Auditory Brainstem Implantation. *Neurosurgery*, 11: 306-321.
- [108] Hess C. Das Foramen Magendii und die Öffnungen an den Recessus laterales des IV. Ventrikels. In: C. Gegenbaur (szerk.), *Morphologische Jahrbuch*. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1885: 578-602.
- [109] Bateman JF. (1924) A statistical study of closed foramina of Luschka. *The Anatomical Record*, 28: 195.
- [110] Alexander L. (1931) Die Anatomie der Seitentaschen der vierten Hirnkammer. *Z Anat*, 95: 531-707.
- [111] Karlefors J. (2009) Die Hirnhauträume des Kleinhirns, die Verbindungen des 4. Ventrikels mit den Subarachnoidalräumen und der Aquaeductus cochleae bei Kindern und Erwachsenen. *Acta Oto-Laryngologica*, 6: 87-184.
- [112] Nakahara Y, Matsushima T, Hiraishi T, Takao T, Funaki T, Masuoka J, Kawashima M. (2013) Importance of awareness of the rhomboid lip in microvascular decompression surgery for hemifacial spasm. *J Neurosurg*, 119: 1038-1042.

- [113] Paladini D, Quarantelli M, Pastore G, Sorrentino M, Sglavo G, Nappi C. (2012) Abnormal or delayed development of the posterior membranous area of the brain: anatomy, ultrasound diagnosis, natural history and outcome of Blake's pouch cyst in the fetus. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 39: 279-287.
- [114] Sreenivasan S, Sawant V, Ghoshal J. (2018) Post Mortem Diagnosis of Blake's Pouch Cyst: A Presentation of Distended Cyst at Necropsy. *Fetal Pediatr Pathol*, 37: 84-88.
- [115] Schuhmann MU, Tatagiba M, Hader C, Brandis A, Samii M. (2000) Ectopic choroid plexus within a juvenile arachnoid cyst of the cerebellopontine angle: Cause of cyst formation or reason of cyst growth. *Pediatric Neurosurgery*, 32: 73-76.
- [116] Singleton WG, Lawrence T, Green AL, Jeans A, Kerr RS. (2010) Cerebellopontine angle arachnoid cyst containing ectopic choroid plexus - case report. *Acta Neurochir (Wien)*, 152: 881-883.
- [117] Abhinav K, Park ND, Patel NK. (2012) Trochlear myokymia secondary to cerebellopontine angle arachnoid cyst. *Br J Neurosurg*, 26: 754-755.
- [118] Rifkinson-Mann S, Sachdev VP, Huang YP. (1987) Congenital fourth ventricular midline outlet obstruction. Report of two cases. *J Neurosurg*, 67: 595-599.
- [119] Amacher AL, Page LK. (1971) Hydrocephalus due to membranous obstruction of the fourth ventricle. *Journal of Neurosurgery*, 35: 672-676.
- [120] Chai WX. (1995) Long-term results of fourth ventriculo-cisternostomy in complex versus simplex atresias of the fourth ventricle outlets. *Acta Neurochir (Wien)*, 134: 27-34.
- [121] Carpentier A, Brunelle F, Philippon J, Clemenceau S. (2001) Obstruction of Magendie's and Luschka's foramina. Cine-MRI, aetiology and pathogenesis. *Acta Neurochir (Wien)*, 143: 517-521.
- [122] Jang SH, Yeo SS. (2018) Injury of the Precommissural Fornix in a Patient with Subarachnoid Hemorrhage: A Case Report. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 27: 98-101.
- [123] Heath RG. (2005) Common characteristics of epilepsy and schizophrenia: clinical observation and depth electrode studies. 1961. *Epilepsy Behav*, 6: 633-645.

- [124] Heath RG, Walker CF. (1985) Correlation of deep and surface electroencephalograms with psychosis and hallucinations in schizophrenics: a report of two cases. *Biol Psychiatry*, 20: 669-674.
- [125] Averback P. (1981) Structural lesions of the brain in young schizophrenics. *Can J Neurol Sci*, 8: 73-76.
- [126] Brisch R, Bernstein HG, Dobrowolny H, Krell D, Stauch R, Trubner K, Steiner J, Ghabriel MN, Bielau H, Wolf R, Winter J, Kropf S, Gos T, Bogerts B. (2011) A morphometric analysis of the septal nuclei in schizophrenia and affective disorders: reduced neuronal density in the lateral septal nucleus in bipolar disorder. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, 261: 47-58.
- [127] Miller JW, Turner GM, Gray BC. (1994) Anticonvulsant effects of the experimental induction of hippocampal theta activity. *Epilepsy Res*, 18: 195-204.
- [128] Butler T, Zaborszky L, Wang X, McDonald CR, Blackmon K, Quinn BT, DuBois J, Carlson C, Barr WB, French J, Kuzniecky R, Halgren E, Devinsky O, Thesen T. (2013) Septal nuclei enlargement in human temporal lobe epilepsy without mesial temporal sclerosis. *Neurology*, 80: 487-491.
- [129] Butler T, Harvey P, Deshpande A, Tanzi E, Li Y, Tsui W, Silver C, Fischer E, Wang X, Chen J, Rusinek H, Pirraglia E, Osorio RS, Glodzik L, de Leon MJ. (2018) Basal forebrain septal nuclei are enlarged in healthy subjects prior to the development of Alzheimer's disease. *Neurobiol Aging*, 65: 201-205.
- [130] Butler T, Blackmon K, Zaborszky L, Wang X, DuBois J, Carlson C, Barr WB, French J, Devinsky O, Kuzniecky R, Halgren E, Thesen T. (2012) Volume of the human septal forebrain region is a predictor of source memory accuracy. *J Int Neuropsychol Soc*, 18: 157-161.
- [131] Mai J, Majtanik M, Paxinos G. *Atlas of the Human Brain 4th Edition*. Elsevier, San Diego, 2015: 175-221.
- [132] Jang SH, Kwon HG. (2014) Neural connectivity of the anterior body of the fornix in the human brain: diffusion tensor imaging study. *Neurosci Lett*, 559: 72-75.
- [133] Cho ZH, Chi JG, Choi SH, Oh SH, Park SY, Paek SH, Park CW, Calamante F, Kim YB. (2015) A Newly Identified Frontal Path from Fornix in Septum Pellucidum with 7.0T MRI Track Density Imaging (TDI) - The Septum Pellucidum Tract (SPT). *Front Neuroanat*, 9: 151.

- [134] Cho ZH, Law M, Chi JG, Choi SH, Park SY, Kammen A, Park CW, Oh SH, Kim YB. (2015) An anatomic review of thalamolimbic fiber tractography: ultra-high resolution direct visualization of thalamolimbic fibers anterior thalamic radiation, superolateral and inferomedial medial forebrain bundles, and newly identified septum pellucidum tract. *World Neurosurg*, 83: 54-61.
- [135] Kinoshita M, Yamada K, Hashimoto N, Kato A, Izumoto S, Baba T, Maruno M, Nishimura T, Yoshimine T. (2005) Fiber-tracking does not accurately estimate size of fiber bundle in pathological condition: initial neurosurgical experience using neuronavigation and subcortical white matter stimulation. *Neuroimage*, 25: 424-429.
- [136] Parker GJ, Alexander DC. (2005) Probabilistic anatomical connectivity derived from the microscopic persistent angular structure of cerebral tissue. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 360: 893-902.
- [137] Yamada K, Sakai K, Akazawa K, Yuen S, Nishimura T. (2009) MR tractography: a review of its clinical applications. *Magn Reson Med Sci*, 8: 165-174.

10. Saját publikációk jegyzéke

10.1. A disszertációhoz kapcsolódó közlemények

- [1] **Barany L**, Baksa G, Patonay L, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2017) Morphometry and microsurgical anatomy of Bochdalek's flower basket and the related structures of the cerebellopontine angle. *Acta Neurochir (Wien)*, 159: 1539-1545.
IF: 1,929
- [2] **Barany L**, Baksa G, Patonay L, Racz G, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2018) Primary Obstruction of the Foramen of Luschka: Anatomy, Histology, and Clinical Significance. *World Neurosurg*, 112: 288-297.
IF: 1,723
- [3] **Barany L**, Meszaros C, Ganslandt O, Buchfelder M, Kurucz P. (2019) Neural and vascular architecture of the septum pellucidum: an anatomical study and considerations for safe endoscopic septum pellucidotomy. *J Neurosurg*, 1-10.
IF: 4,130

10.2. A disszertációtól független közlemények

- [1] Ruttkay T, **Bárány L**, Grimm A, Patonay L, Petneházy Ö, Rác G, Baksa G, Galajda Z. (2019) A different technique for sutureless coronary bypass grafting. *Interventional Medicine and Applied Science*, 1-6.
IF: 0,000
- [2] Kurucz P, Meszaros C, Ganslandt O, Buchfelder M, **Barany L**. (2019) The "Valva Cerebri": Morphometry, Topographic Anatomy and Histology of the Rhomboid Membrane at the Craniocervical Junction. *Clin Anat*, 33: 56-65.
IF: 1,813
- [3] Kurucz P, **Barany L**, Buchfelder M, Ganslandt O. (2019) Endoscope-Assisted Minimally Invasive Microsurgical Removal of a Medium-Sized Acoustic Neuroma (T3a) through a Retrosigmoid Mini-Craniotomy with Preservation of Hearing. *J Neurol Surg B Skull Base*, 80: 276-278.
IF: 1,216

- [4] Kurucz P, Ganslandt O, Buchfelder M, **Barany L**. (2019) Arachnoid Membranes Around the Cisternal Segment of the Trigeminal Nerve: A Cadaveric Anatomic Study and Intraoperative Observations During Minimally Invasive Microvascular Decompression Surgery. *World Neurosurg*, 125: 262-272.
IF: 1,723
- [5] Kurucz P, **Barany L**, Buchfelder M, Ganslandt O. (2018) The Clival Line as an Important Arachnoid Landmark During Endoscopic Third Ventriculostomy: An Anatomic Study. *World Neurosurg*, 120: 877-888.
IF: 1,723
- [6] Vitanovics D, **Barany L**, Papp Z, Padanyi C, Balogh A, Banczerowski P. (2015) Role of modified open-door laminoplasty in the treatment of multilevel cervical spinal stenosis: a retrospective analysis of 43 cases. *Ideggyogy Sz*, 68: 15-21.
IF: 0,376

11. Köszönetnyilvánítás

A jelen dolgozat elkészülte kapcsán hálás köszönettel tartozom a következőkben említett személyeknek:

Konzulensemnek, **Dr. Kurucz Péternek**, feleségének, **Dr. Molnár Gyöngyvérnek** és családjainak, valamint **Prof. Dr. Oliver Ganslandtnak** és **Prof. Dr. Michael Buchfeldernek** a közös munkánk során nyújtott szakmai és azon túli támogatásukért.

Az Alkalmazott és Klinikai Anatómiai Laboratórium munkatársainak a munkám során nyújtott támogatásukért. **Dr. Baksa Gábornak**, akitől a makroszkópos preparálás alapjait tanultam, **Dr. Patonay Lajosnak** a rendelkezésemre bocsátott eszközökért, továbbá **Dr. Grimm Andrásnak**, **Dr. Ruttkay Tamásnak** és **Dr. Pálházi Péternek**.

Az Anatómiai Intézet munkatársai közül: **Dr. Pálfi Emese** egyetemi adjunktusnak a szövettani metszetek fényképezése során nyújtott segítségével. **Bakó Mária** szövettani szakasszisztensnek, akitől a szövettani feldolgozás alapvető fogásait volt szerencsém megtanulni, továbbá **Szabó Ferenc** és **Pankovics Viktor** boncmestereknek a cadaverek kezelése kapcsán nyújtott segítségükért.

Az I. sz. Patológiai Intézet munkatársai közül **Dr. Rácz Gergő** egyetemi docensnek a munkám során nyújtott támogatásáért.

Továbbá családomnak, a munkám során végig a háttérben való támogatásért.