

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL MEDICINĂ**

***Cercetări asupra anatomiei variaționale
cerebrovasculare***

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducătorul tezei de doctorat

Prof.Univ.Dr.Med.Dr.Biol.Dr.Hab.

Rusu Mugurel Constantin

Doctorand

dr.Dragoș-Ionuț Mincă

București, 2023

1	Cuprinsul tezei de doctorat	2
2	Cercetările personale	5
3	Cercetări anatomo-imagistice ale arterei cerebrale anterioare	5
3.1	Segment A1 infraoptic sau infrachiasmatic și dolicoectazia arterei carotide interne	5
3.2	Artere pericalosale și transcalosale plecate din artera cerebrală anterioară	8
4	Artera cerebrală posterioară de tip fetal	11
5	Modelele topografice ale venei lui Labbé (vena anastomotică inferioară)	12
6	Concluziile tezei de doctorat și contribuții originale	14
	Concluziile tezei de doctorat	14
	Contribuții originale.....	15
	Bibliografie (selectivă)	16
	Lista cu lucrările științifice publicate	20

1 Cuprinsul tezei de doctorat

Lista cu lucrările științifice publicate	4
Lista cu abrevieri	5
Introducere	6
Partea Generală a Tezei de Doctorat	8
1 Elemente de anatomie arterială cerebrală	9
1.1 Anatomia arterei carotide interne	9
1.1.1 Segmentele arterei carotide interne	9
1.1.2 Ramurile arterei carotide interne	12
1.1.2.1 Ramurile intrapietroase ale arterei carotide interne	13
1.1.2.2 Ramuri colaterale intracraniene ale arterei carotide interne	14
1.1.2.2.1 Artera oftalmică	14
1.1.2.2.2 Artera coroidiană anterioară	15
1.1.2.3 Ramurile terminale ale arterei carotide interne	15
1.1.2.4 Artera cerebrală medie	16
1.1.2.5 Artera cerebrală anterioară	18
1.1.2.6 Poligonul lui Willis	21
2 Elemente de anatomie venoasă intracraniană	23
2.1 Venele cerebrale supratentoriale	23
2.1.1 Venele cerebrale superficiale	23
2.1.2 Venele cerebrale profunde	23
2.1.2.1 Venele cerebrale interne	23
2.1.2.2 Vena bazală a lui Rosenthal	24
2.1.2.3 Vena cerebrală mare a lui Galen	24
2.2 Sinusurile venoase durale	24
2.2.1 Sinusul sagital superior	25
2.2.2 Sinusul sagital inferior	26
2.2.3 Sinusul drept	27
2.2.4 Sinusul occipital	27
2.2.5 Sinusul marginal	28
2.2.6 Sinusurile transvers și sigmoidian	29
2.2.7 Confluentul sinusurilor venoase	32
2.2.8 Sinusul pietros superior	33
2.2.9 Venele pietroase superioare	34
2.2.10 Sinusul pietros inferior	35
2.2.11 Sinusul pietros cuamos	35
2.2.12 Sinusul oftalmopietros al lui Hyrtl	36
2.2.13 Sinusul sfenoparietal al lui Breschet (sinusul sfenoidal superior, sinusul aripii mici)	37
2.2.14 Structuri venoase suboccipitale	37
Partea Personală a Tezei de Doctorat	39
3 Cercetări anatomo-imagistice ale arterei cerebrale anterioare	40
3.1 Segment A1 infraoptic sau infrachiasmatic și dolicoectazia arterei carotide interne	40
3.1.1 Introducere	40
3.1.2 Material și metodă	41
3.1.3 Rezultate	41
3.1.4 Discuții	46
3.1.4.1 Tipurile Wong ale traiectului infraoptic al segmentului A1 al arterei cerebrale anterioare	47

3.1.4.2	Anastomozele carotico-cerebrale anterioare și segmentele A1 infraoptice	48
3.1.4.3	Artera cerebrală anterioară infraoptică sau infrachiasmatică	50
3.1.4.4	Anevrismele la nivelul segmentelor A1 infraoptice	50
3.1.4.5	Dolicoectazia arterei carotide interne	51
3.1.4.6	Decompresiile vasculare ale nervului optic	51
3.1.4.7	Traiectul supracarotidian și/sau supraclinoidian al segmentului A1 al arterei cerebrale anterioare modifică triunghiuri neurochirurgicale ale bazei craniului	52
3.1.4.7.1	Triunghiul optico-carotidian	52
3.1.4.7.2	Triunghiul clinoidian	52
3.1.4.7.3	Triunghiul supracarotidian	52
3.1.4.8	Elemente de anatomie chirurgicală	53
3.2	Artere pericalosale și transcalosale plecate din artera cerebrală anterioară	53
3.2.1	Introducere	53
3.2.2	Material și metodă	54
3.2.2.1	Tipuri de arteră pericalosală	55
3.2.2.2	Tipuri de arteră calosomarginală	55
3.2.3	Rezultate	55
3.2.3.1	Tipuri anatomice ale arterei pericalosale	55
3.2.3.2	Tipuri anatomice ale arterei calosomarginale	61
3.2.3.3	Combinății unilaterale ale tipurilor de arteră pericalosală și arteră calosomarginală (tipurile A-P)	62
3.2.3.4	Combinății bilaterale ale tipurilor A-P	62
3.2.3.5	Artera cerebrală anterioară biemisferică	63
3.2.3.6	Fenestrația largă a segmentului A2	63
3.2.4	Discuții	64
3.2.4.1	Artera calosomarginală	65
3.2.4.2	Artera pericalosală	65
3.2.4.3	Arteră pericalosală absentă	65
3.2.4.4	Artera pericalosală azygos	65
3.2.4.5	Artera mediană a corpului calos	66
3.2.4.6	Artera pericalosală triplă	66
3.2.4.7	Arterele transcalosale	66
3.2.4.8	Artere cerebrale anterioare răsucite	67
3.2.4.9	Fenestrația segmentului A2 ACA	67
3.2.4.10	Elemente de anatomie clinică a porțiunii distale a arterei cerebrale anterioare	67
3.2.4.11	Abordurile endovasculare ale arterei cerebrale anterioare	68
4	Variante anatomice la nivelul porțiunii posterioare a poligonului lui Willis	69
4.1	Artera cerebrală posterioară de tip fetal – studiu anatomo-imagistic	69
4.1.1	Introducere	69
4.1.2	Material și metodă	70
4.1.3	Rezultate	71
4.1.4	Discuții	74
4.2	Artera comunicantă posterioară asimetrică bilaterală, artera cerebrală posterioară fenestrată, artera comunicantă posterioară parțial duplicată	80
4.2.1	Introducere	80
4.2.2	Rezultate	80
4.2.3	Discuții	81
5	Cercetări ale anatomiei variaționale la nivelul sistemului venos intracranian	83
5.1	Modelele topografice ale venei lui Labbé (vena anastomotică inferioară)	83
5.1.1	Introducere	83
5.1.2	Material și metodă	84
5.1.2.1	Lot studiat	84

5.1.2.2	Metoda de studiu	84
5.1.2.3	Variabile anatomice determinate	85
5.1.3	Rezultate	85
5.1.4	Discuții	96
5.1.4.1	Clasificarea venei cerebrale superficiale medii (VS) în funcție de persistența sinusului tentorial embrionar	96
5.1.4.2	Clasificarea venei cerebrale medii superficiale (VS) în funcție de afluenții corticali	97
5.1.4.3	Sinusurile tentoriale ale adultului	98
5.1.4.4	Variații anatomice inter- și intrapersonale ale venei lui Labbé	99
5.1.4.5	Elemente de anatomie neurochirurgicală	99
5.2	Absența și hipoplazia sinusurilor transverse compensată de drenajul prin sinusul occipital și sinusurile marginale (drenaj occipitomarginal)	100
5.2.1	Introducere	100
5.2.2	Material și metodă	100
5.2.3	Variația anatomică	101
5.2.4	Discuții privind absența bilaterală a sinusurilor transverse și drenajul confluentului venos prin sinusul occipital	103
5.3	Sinusul oftalmopietros al lui Hyrtl	104
5.3.1	Introducere	104
5.3.2	Disecția sinusului oftalmopietros	104
5.3.3	Discuții	105
	Concluziile tezei de doctorat și contribuții originale	108
	Concluziile tezei de doctorat	108
	Contribuții originale	110
	Bibliografie	112
	Index de figuri în text	123
	Index de tabele în text	128
	Index de grafice în text	129

2 Cercetările personale

Am realizat cercetări anatomo-imagistice asupra sistemului arterial cerebral anterior – (a) variația anatomică a segmentului A1 al arterei cerebrale anterioare și (b) studii ale arterelor trans-și pericalosale.

Deasemenea am studiat porțiunea posterioară a poligonului Willis: artera cerebrală posterioară de tip fetal și fenestrația arterei cerebrale posterioare combinată cu dedublarea comunicantei posterioare.

Cercetările asupra sistemului venos intracranian au fost orientate către documentarea modelelor anatomice ale venei lui Labbé și variații anatomice ale sinusurilor durale.

3 Cercetări anatomo-imagistice ale arterei cerebrale anterioare

3.1 Segment A1 infraoptic sau infrachiasmatic și dolicoectazia arterei carotide interne

În funcție de traiectul său, ACI este descrisă fiind alcătuită din 7 segmente: C1 (cervical), C2 (pietros), C3 (lacerum), C4 (cavernos), C5 (clinoidian), C6 (oftalmic) și C7 (segmentul terminal, comunicant) ¹. În mod normal, ACI se termină inferior de substanța perforată anterioară, bifurcându-se în ACA și ACM ^{3,12}. Dintre cele două ramuri terminale ale ACI, ACA este cea mai mică ². ACA stângă și ACA dreaptă sunt unite prin AComA. La baza creierului, sistemul ACI construiește cercul lui Willis (cW) cu ACP ramificate din AB. AComP unește ACI și ACP. Nonagonul lui Willis este una dintre cele mai cunoscute eponime din anatomia umană ³. Variațiile anatomice ale cercului lui Willis reprezintă regula, nu excepția ¹.

De regulă, segmentul A1 precomunicant al ACA trece superior de nervul optic de acea parte, pentru a ajunge anterior de chiasma optică ⁴. Arterele cerebrale anterioare continuă distal de AComA cu segmentele A2, postcomunicante ⁴.

Au fost identificate segmente A1 infraoptice ale ACA având origine dintr-o bifurcație joasă a ACI – bifurcația segmentului proximal intradural al ACI; astfel de segmente A1 infraoptice au un traiect horizontal, către medial, trecând pe sub nervul optic de acea parte, modificându-și direcția pe aspectul anterior al chiasmei optice ⁵⁻⁸. Astfel de segmente A1 ale ACA pot chiar perfora tractul optic ipsilateral ⁹. Varianta infraoptică a traiectului segmentului A1 al ACA este rară ⁴.

Am avut ca scop al acestui studiu documentarea pe angiograme CT a incidenței segmentelor A1 infraoptice ale arterelor cerebrale anterioare ⁴.

A fost efectuat un studiu retrospectiv pe 145 de angiograme de tomografie computerizată pentru a evalua prezența de ACA cu traiect infraoptic.

Cazurile au fost documentate bilateral pentru diferitele modele topografice ale traiectului segmentului A1 al ACA, în raport cu nervul optic (II): tip 1 – traiect supraoptic al segmentului A1 sau segment A1 absent; tip 2 – traiect infraoptic al segmentului A1; tip 3 – traiect infrachiasmatic al segmentului A1.

În 21/145 de cazuri (14,48%) au fost găsite traiecte infraoptice ale segmentelor A1 ale ACA, de tip 2 și 3. Aceste variante de artere aveau cursuri mediale orizontale inferior de nervul optic respectiv. Segmentele A1 infraoptice au fost găsite la 12 cazuri de sex masculin și 9 de

sex feminin. Tipul 2 a fost găsit bilateral în 16/145 de cazuri (11,03%), 9 bărbați și 7 femei. Evidența unilaterală a tipului 2 a fost obținută în 3/145 de cazuri (2,06%), 1 bărbat și 2 cazuri de sex feminin. Tipul 3 a fost găsit bilateral în 2/145 de cazuri (1,38%), ambele de sex masculin.

Toate segmentele A1 infraoptice sau infrachiasmatică au fost găsite cu originea în ACI intradurale lungi, cu traiect orizontal la nivelul, sau puțin deasupra nivelului proceselor clinoidice posterioare, cu bifurcații joase ale acestor ACI. Cu excepția unui caz unilateral de gen feminin de tip 2, toate celelalte ACI care au dat naștere segmentelor A1 infraoptice au avut un traiect posterior în loc de postero-superior, pentru a se bifurca la nivelul sau chiar posterior față de procesele clinoidice posterioare (bifurcații joase). În cazul respectiv unilateral de tip 2 de gen feminin, ACI aveau bifurcații înalte. Pe partea stângă bifurcația ACI era îndreptată superior, iar segmentul A1 al ACA făcea o buclă deasupra nervului optic. Din ACI dreaptă pornea o ACP de tip fetal și apoi ACI s-a curbat anterior deasupra procesului clinoidian anterior; bifurcația sa a fost îndreptată anterior și segmentul A1 al ACA a trecut deasupra procesului clinoidian anterior pentru a continua între nervul optic și segmentul C6 al ACI (traiect supraclinoidian, infraoptic și supracarotidian al segmentului A1). La un caz bilateral de tip 3, precum și la un caz bilateral de tip 2, de gen feminin, au fost găsite traiecte supracarotidiene bilaterale ale acestor segmente A1. Într-un caz unilateral de tip 2 de gen masculin, precum și într-un caz bilateral de tip 2 de gen masculin, segmentele A1 stângi respective aveau traiecte supracarotidiene și infraoptice. În cazul unilateral de gen feminin de tip 2 descris anterior, segmentul A1 supraclinoidian, infraoptic și supracarotidian era pe partea dreaptă.

Într-un caz unilateral de tip 2 la un subiect de gen masculin, segmentul A1 infraoptic stâng era hipoplazic. În două cazuri bilaterale de gen feminin de tip 2, segmentul A1 drept respectiv era, de asemenea, hipoplazic.

În două cazuri feminine bilaterale de tip 2, bifurcația AB era rotită, astfel încât ACP aproape că a intrat în contact cu segmentul A1 al ACA respective.

Traiectul infraoptic al segmentului A1 al ACA este o variantă anatomică extrem de rară, însă cunoscută, care a fost găsită prima oară de către Robinson în 1959, la disecție¹⁰⁻¹². În cazul respectiv, ACI stângă se bifurca în ACA și ACM imediat după ce perfora dura mater, în timp ce artera oftalmică era înlocuită de o anastomoză a arterelor lacrimale și meningee medie¹¹. Astfel, identificarea lui Robinson a fost o bifurcare precoce, joasă, a segmentului C6 proximal al ACI, și nu bifurcația unui segment C7 al ACI cu traiect jos, precum cazurile prezentate în această lucrare. Segmentul A1 infraoptic al ACA a fost găsit anterior cu origine dintr-o bifurcație joasă a segmentului C6 al ACI, având traiect inferior de nervul optic ipsilateral, orizontal, spre medial, continuând apoi superior de marginea anterioară a chiasmei optice⁵⁻⁸. Un segment A1 infraoptic poate chiar perfora tractul optic ipsilateral⁹. Astfel, segmentul A1 infraoptic al ACA părește ACI intradurală în apropierea originii arterei oftalmice¹³. În astfel de cazuri bifurcația ACI se localizează la nivelul inelului dural proximal, în dreptul sau inferior de nivelul originii arterei oftalmice⁸. Segmente A1 infraoptice bilaterale au fost identificate cu origine mai jos de pilierul optic⁸. De asemenea au fost identificate rar segmente A1 infraoptice cu origine din ACI extradurală. A fost raportat un caz cu un segment A1 infraoptic asociat cu o variantă de arteră trigeminală persistentă ipsilaterală aparent fără legătură cu artera bazilară¹⁴. Un alt caz rar a fost raportat recent: ACI stângă era absentă, fiind alimentată intracranian prin intermediul unei anastomoză interparaclinoide din ACI contralaterală; s-a evidențiat și o anastomoză între ACI stângă (înlocuită) și ACA, ce avea un traiect infraoptic¹⁵. Un segment A1 infraoptic ar putea fi asociat, de asemenea, cu, PCaA fuzionate, originea anormală a arterei oftalmice ipsilaterale, boala Moyamoya, precum și cu simptome de compresie a nervului optic, a chiasmei sau cu malformații arteriovenoase cerebrale^{7, 16}. Robinson a sugerat că A1 ACA infraoptică ar putea reprezenta persistența unui mic canal embrionar la adult, o anastomoză între

ramurile hipofizare superioare ale ICA proximal de AComP, și ACA¹¹. Această anastomoză corespunde probabil vaselor care înconjoară nervul optic¹¹. Până în prezent au fost raportate mai puțin de zece cazuri de segmente A1 infraoptice bilaterale ale ACA^{5, 6, 8, 12, 16-20}; în studiul prezent au fost identificate încă 16 astfel de cazuri, dar cu un model anatomic diferit: segmentele A1 infraoptice au rezultat din bifurcația târzie a ACI. Aparent, atunci când ACI se bifurcă posterior, la nivelul proceselor clinoid posterior, va apărea invariabil un traiect infraoptic al segmentului A1, deoarece unghiul ascendent al nervului optic de 45°, în medie, l-ar face să traverseze superior de ACA. Diferiți autori au documentat trei teorii embriogenetice: (1) persistența unei bucle anastomotice embrionare între arterele oftalmice primitive dorsală și ventrală; (2) persistența unei anastomoze embrionare a ACA și a arterei maxilare primitive; și (3) lărgirea unei anastomoze arteriale prechiasmatică^{21, 22}. Autorii au aderat la prima ipoteză deoarece toate originile ACA infraoptice pe care le-au documentat au fost găsite la nivelul arterei oftalmice²¹. Cu toate acestea, în studiul de față au fost descoperite bifurcații tardive ale ACI, sau ACI ectatice, care dau originea ACA infraoptice din segmentul C7 al ACI, care nu s-ar putea încadra în niciuna dintre aceste ipoteze embriogenetice.

Diferiți autori au raportat cazuri de anevrisme asociate cu ACA infraoptice²³. Acestea au fost găsite la nivelul AComA sau pe segmentele A1 sau A2 ale ACA^{5, 6, 8, 9, 12, 14, 20, 23-28}. A fost raportat, de asemenea, un anevrism pe un segment A1 infraoptic al unei ACA azygos¹³. Aproximativ 44% dintre pacienții cu un A1 infraoptic sunt asociați cu anevrisme AComA^{8, 12}. Prin urmare, este important să se recunoască astfel de variante anatomice pentru

Pierderea progresivă a vederii este întâlnită frecvent în adenoamele hipofizare și în leziunile asociate ale șei turcești²⁹. Segmentul A1 infraoptic al ACA, sau o anastomoză ICA-ACA, ar putea determina anatomic alterările vizuale, dar, după cunoștințele noastre, a fost în mod obișnuit trecut cu vederea în studiile anterioare ca etiologie potențială a acestor alterări vizuale.

La un pacient cu glaucom cu unghi deschis a fost demonstrată ectazia bilaterală a ACI, prelungită în ACM; autorii au discutat faptul că ar trebui luate în considerare investigațiile imagistice nervoase dacă prezentarea nu este tipică pentru o neuropatie optică bilaterală cronică³⁰. Dovada prin randare tridimensională a autorilor demonstrează traiectele supracarotidiene și infraoptice de bună seamă ale segmentelor A1 ale ACA, precum în studiul meu. Traiectele infraoptice sau infrachiasmatică ale segmentelor A1 ale acestor ACA au fost trecute cu vederea, aceasta deși autorii au detaliat în mod explicit că ACA "au invadat suprafața inferioară a chiasmei optice"³⁰.

Pentru un neurochirurg vascular sau de bază de craniu înțelegerea anatomiei bazei de craniu este crucială. Aceasta mai ales la nivelul fosei craniene anterioare deoarece în această regiune se dezvoltă o mare diversitate de patologie vasculară și tumorală. Acesta este un motiv puternic pentru cunoașterea anatomiei vasculare și identificarea exactă a variantelor anatomice preoperator. Apariția unor variante vasculare neașteptate poate ridica probleme intraoperatorii chiar și pentru neurochirurgi cu experiență. În regiunea mijlocie a bazei craniului, la nivelul corpului sfenoidal și aripilor mici, deci corelat anatomic cu porțiunea anterioară a cW, poate fi prezentă o patologie tumorală importantă: (a) meningioame: ale aripilor mici sfenoidale, ale proceselor clinoid anterioare, ale tuberculului selar; (b) adenoame hipofizare; (c) craniofaringioame. Identificarea preoperatorie a diferitelor tumori care pot interfera cu ACI elongate și A1 infraoptice este importantă pentru îndepărtarea cu succes a unor astfel de tumori.

Variantele arteriale au traiecte neobișnuite care pot interfera cu coridoarele neurochirurgicale. Tumorile apar primele în câmpul neurochirurgical și deformează sau ascund elementele anatomice normale, precum nervul optic, ACI și ramurile acesteia.

Chirurgia endoscopică transsfenoidală pentru adenom hipofizar poate conduce deasemenea la leziuni vasculare în cursul disecției sau îndepărtării capsulei tumorale.

3.2 Artere pericalosale și transcalosale plecate din artera cerebrală anterioară

Artera carotidă internă se bifurcă în arterele cerebrale anterioară (ACA) și medie (ACM)¹. ACA începe la capătul medial al trunchiului fisurii cerebrale laterale². De la originea sa, ACA trece posterior pe deasupra corpului calos (CC), vascularizând cea mai mare parte a feței mediale a emisferei cerebrale. Irigă regiunile mediale ale cortexului frontal și parietal, CC și falx cerebri³¹. ACA sunt unite prin AComA care construiește partea anterioară a nonagonului lui Willis.

Utilizarea din ce în ce mai frecventă a microscopului operator pentru abordurile neurochirurgicale profunde a creat nevoia unei mai bune înțelegeri a anatomiei microchirurgicale a ACA³². Am emis ipoteza că posibilitățile topografice și morfologice ale ACA distale ar putea fi diverse și, prin urmare, mi-am propus să studiez modelele de ramificare a ACA pe angiogramele prin tomografie computerizată (CTA)³³.

A fost studiat un lot retrospectiv randomizat de 45 de CTA. Dintre acestea, 32 au fost la cazuri de sex masculin și 13 la cazuri de sex feminin. Criteriile de includere au fost vârsta subiecților (>18 ani), calitatea adecvată a CTA-urilor și lipsa unor procese patologice care să distorsioneze anatomia vasculară în teritoriul ACA. Criteriile de excludere au fost procesele patologice care distorsionează anatomia vasculară și CTA-urile degradate sau incomplete.

Au fost definite și documentate 11 tipuri anatomice de APCal: "1": origine normală, deasupra genunchiului corpului calos (CC); "2": origine joasă, sub rostrul CC (fie 2a, cu origine din A1 ACA, fie 2b, cu origine din segmentul inițial al A2 ACA); "3": origine târzie, deasupra corpului CC; "4": traiect inițial transcalosal, continuat în continuare precum pericalosal; "5": APCal duplicată (dublă); "6": APCal azygos, trunchi inițial unic, divizat în continuare în două ramuri cu traiect pericalosal; "7": APCal absentă, tip ACaLM de ACA; "8": ACaLM continuată ca APCal; "9": APCal continuată ca ACaLM; "10": ACA de tip APCal, ACaLM absentă. Alte variante de APCal au fost înregistrate ca tipuri rare: "11"³³.

Au fost investigate mai multe variante de ACaLM: tipul "0": ACaLM absentă; tipul "1": ACaLM cu distribuție frontoparietală; tipul "2": ACaLM cu distribuție parietală; tipul "3": origine joasă a ACaLM, fie din A1 (subtip 3a), fie din partea inițială a A2 (subtip 3b). Atunci când ACaLM a continuat ca APCal, ACaLM a fost înregistrată precum tip "4"³³. În cazurile cu ACaLM de tip 2 au fost înregistrate trunchiuri frontale (TF) comune care au pornit din A2, fie cu origine joasă (TF de tip 1), fie cu origine înaltă (TF de tip 2)³³.

Incidența tipurilor de APCal pe care le-am definit în cele 90 de părți care au fost investigate a rezultat, în ordine descrescătoare, după cum urmează. Tipul 1 de APCal a fost găsit în 46/90 de părți (51,11%), tipul 10 a fost găsit în 13/90 de părți (14,44%), tipul 7 a fost găsit în 7/90 de părți (7,78%), tipul 2b a fost găsit în 6/90 de părți (6,67%), tipul 8 a fost găsit în 5/90 de părți (5,56%), tipurile 3 și 4 (traiectul transcalosal al PCaLA) au fost găsite fiecare în 3/90 laturi (3,33%), tipurile 2a și, respectiv, 6, au fost găsite în 2/90 laturi (2,22%), iar tipurile 5, 9 și 11 (triplu APCal) au fost găsite fiecare în 1/90 laturi (1,11%). În lotul general de 45 de cazuri, am investigat 90 de APCal și am identificat incidența tipurilor 1-11 definite pentru aceasta. A prevalat tipul 1 (46/90 hemicapete). Cu prevalență mai redusă au fost tipul 10 (13/90) și tipul 7 (7/90) (**grafic 1**). Tipurile 5, 9 și 11 de APCal au fost evidențiate cu prevalențele cele mai mici, de 1,11%.

Tipurile de ACM au fost determinate cu următoarele incidențe, în ordine descrescătoare: tipul 1 - 41/90 părți (45,56%), tipul 2 (fig.6E) - 20/90 părți (22,22%), tipul 0 (ACM absentă) -

16/90 părți (17,78%), tipurile 3b și, respectiv, 4, în 5/90 părți (5,56%), iar tipul 3a în 3/90 părți (3,33%).

De fiecare parte a planului median au fost documentate o serie de combinații ale tipurilor definite pentru APCal și ACaLM. Aceste combinații ale tipurilor arteriale individuale ipsilaterale au fost clasificate în continuare precum tipurile A-P combinatorii.

În doar 8/32 de cazuri la bărbați și în 4/13 cazuri la femei, combinațiile de tipuri de APCal și ACaLM au fost simetrice bilateral. Prin urmare, în 33/45 de cazuri (73,3%), 24 de bărbați și 9 femei, a fost documentată asimetria bilaterală a modelelor anatomice combinate de APCal și ACaLM.

În șase cazuri, 5 bărbați și 1 femeie, au fost găsite ACA biemisferice. ACA dominantă a fost pe partea dreaptă în trei cazuri, iar în celelalte trei cazuri pe partea stângă. La două cazuri cu ACA biemisferică dreaptă s-au găsit variante suplimentare: (a) o arteră mediană a CC adăugată la APCal bilaterale (tip 11 de APCal, APCal triplă) și (b) o fenestrație largă a segmentului A2.

La un caz de sex masculin cu APCal/ACaLM cu combinații bilaterale de tip A s-a identificat o morfologie arterială particulară constând într-o ACA biemisferică stângă care conectează un segment A1 hipoplastic drept. Această ACA stângă a alimentat ambele segmente A2 care mai departe au avut traiect răsucite în fisura interhemisferică. La nivelul segmentului A2 drept s-a găsit o fenestrație mare, formată din brațe postero-lateral și antero-medial. Din brațul antero-medial a plecat ACaLM dreaptă. Din brațele reunite distal ale acestei fenestrații a rezultat un trunchi divizat în continuare în artera cingulară dreaptă și APCal.

Prin acest studiu ³³ am identificat variante anatomice rare în teritoriul ACA, cum ar fi traiectul transcalosal al APCal, APCal duplicată/dublă, APCal azygos, APCal triplă, ACaLM continuată ca APCal sau APCal continuată ca arteră cingulară (glisarea în șanțul cingular a APCal), fenestrația largă a A2 și arterele răsucite (en.*twisted*) ale fisurii interemisferice anterioare.

ACaLM este a doua cea mai mare ramură distală a ACA, după APCal ³⁴. Potrivit diferiților autori, ACaLM este absentă în 15% - 40% din emisferele cerebrale ^{56, 136, 140}. În acest studiu ³³ am constatat absența ACaLM în 17,7% din cazuri. Mai mult, se demonstrează că, dacă este prezentă, ACaLM are o anumită variabilitate topografică. Anatomia ACaLM a fost documentată și la fetuși ³⁵. Absența ACaLM a fost constatată în 36,06% din 452 de creiere fetale, fiind constatat, de asemenea, că locul de origine al ACaLM are o posibilă variație proximo-distală ³⁵. Posibila absență a ACaLM a fost adusă ca argument pentru utilizarea termenului de APCal pentru segmentul A2 postcomunicant al ACA ³⁶.

O hernie subfalcină se poate complica cu compresia ramurilor ACA, în special a APCal, ducând la infarct cerebral. Cu toate acestea, aceasta ar putea să nu fie o consecință frecventă, deoarece, așa cum demonstrăm aici, APCal este supusă unor variații diferite care includ absența sa. Variabilitatea anatomică a APCal implică, de asemenea, simptome posibile ale compresiei vasculare specifice ³³.

Neconcordanțele privind definiția anatomică a APCal determină definiții variabile ale unei APCal absente. Atunci când APCal este considerată în mod eronat ca fiind segmentul A2 postcomunicant al ACA, o APCal absentă este un segment A2 absent, astfel încât ACA contralaterală devine o ACA azygos sau o ACA biemisferică, prin această terminologie. Cu toate acestea, indiferent de distincția anatomică, în cazul în care se intenționează un abord endovascular pentru un anevrism al APCal distale, se va folosi ACA contralaterală pentru a avea acces endovascular ³³.

O APCal azygos, care a fost clasificată precum APCal de tip 6, a fost găsită în studii anterioare în 3/112 creiere (2,7%)³⁷ și în 1/38 creiere (2,63%)³⁸. În studiul prezent a fost identificată în 2,2% din cazuri, ceea ce confirmă faptul că este o variantă anatomică rară. Deși este rară, este important să fie identificată precum o sursă arterială unică a CC, mai ales atunci când localizează aneurisme, deoarece lezarea ei ar putea duce la infarct izolat al CC^{39,40}.

Am găsit doar un caz (1,11%) cu APCal triplă (tip 11)³³. În acest caz o arteră mediană a CC pleca din AComA. La un lot de peste 900 de pacienți, artera mediană a CC a avut o incidență de 3,0%⁴¹. Pentru a indica artera mediană a CC, au fost utilizați diferiți termeni, cum ar fi "artera calosală mediană", "al treilea segment A2", "ACA accesorie", "arteria cerebri anterior media" sau ACA triplă/triplicată^{42,43}.

Descrierile APCal azygos și, respectiv, ale arterei mediane a CC sunt asemănătoare⁴⁴. Cu toate acestea, atunci când o APCal azygos părăsește un segment A2, segmentul A2 opus trimite doar ACalM, în timp ce APCal stângă și dreaptă au o origine târzie, deasupra CC³⁷. Atunci când este prezentă, artera mediană a CC ia naștere din AComA^{35,42,43,45} și nu din segmentul A2. Acest lucru ajută la diferențierea anatomică cu o APCal azygos care pleacă din ACA. Este posibil ca acest lucru să nu fie exclusiv, deoarece a fost găsită o APCal azygos care părăsește AComA, și nu un segment A2³⁸. Artera mediană a CC reprezintă un model fetal persistent^{136,140}.

În acest studiu a fost descoperită o APCal triplă³³. Aceasta a constat din APCal stângă și dreaptă și o arteră mediană a CC. O astfel de variantă anatomică rară ar trebui să fie identificată înainte de un abord endovascular pentru a înțelege calea corectă către un eventual aneurism al APCal distale.

Am evidențiat în două cazuri APCal cu traseu transcalosal, unilateral și, respectiv, bilateral³³. Nu au fost raportate anterior astfel de variante particulare. Singurul caz în care APCal distorsionau anatomia CC a fost raportat recent de Zytkowski și colab. (2022), care au descoperit prin disecție o variantă bilaterală particulară a APCal: când aceste artere ajungeau deasupra corpului CC, ele se cudeau inferior pentru a determina o adâncitură/fosetă în CC, reducând grosimea CC de la 6,8 la 1,5 mm⁴⁶. După cum a concluzionat Zytkowski, anomaliile arteriale pot altera țesutul cerebral⁴⁶.

Disfuncția motorie a membrului inferior ar putea fi provocată de stenoza APCal⁴⁶. Stenoza segmentului supracalosal al APCal ar putea determina, de asemenea, tipul calosal al sindromului mâinii străine (conflict intermanual, fiind de obicei afectată mâna nondominantă)⁴⁰.

Porțiunea distală a ACA este dificil de abordat chirurgical din cauza localizării sale, profund în fisura interemisferică³². În nicio altă localizare nu se apropie atât de mult trunchiurile principale a două artere cerebrale majore, ACA dreaptă și ACA stângă³². Datorită distribuției contralaterale a acestora două, leziunea ACA de o parte a planului median poate determina un infarct cerebral contralateral³². Ramurile ACA distale sunt expuse în abordurile chirurgicale la nivelul șei turcești și chiasmei optice, în regiunile selare și chiasmatică, ventriculului al treilea și ventriculului lateral, coasei creierului și regiunilor parasagitale, și chiar și în aborduri în regiunile mediale parietală și occipitală și la nivelul epifizei³². Utilizarea din ce în ce mai frecventă a microscopului operator pentru astfel de aborduri profunde a creat necesitatea unei mai bune înțelegeri a anatomiei microchirurgicale a ACA³².

Aneurismele porțiunii distale a ACA, sau aneurismele APCal, sunt rare (1-9% din aneurismele intracraniene)^{47,48}. Tratamentul endovascular al acestor aneurisme prezintă o serie de provocări⁴⁷. Diferite studii au raportat procente ridicate de disecție arterială, ruptură

intraprocedurală și ocluzie incompletă în astfel de situații ⁴⁷. Embolizarea cu spirale apare precum o opțiune terapeutică promițătoare pentru aneurismele ACA distale ⁴⁷. Serii de cazuri coiling pentru aneurismele pericalosale rupte au raportat rate de succes scăzute și dificultăți tehnice ridicate ⁴⁷. A fost raportată o rată de succes pentru coiling de doar 25% ^{47,49}.

Aneurismele PCaA prezintă mai multe probleme pentru clipping chirurgical direct, și anume expunerea dificilă prin intermediul unui abord interemisferic, în special în situația unui edem cerebral după hemoragie subarahnoidiană, sacrificarea unei vene de legătură (*bridging vein*) pentru o expunere chirurgicală adecvată (crește astfel riscul de morbiditate postoperatorie), controlul dificil al arterei mamă și orientarea nefavorabilă a fundului aneurismului ⁴⁸. Embolizarea cu spirale a căpătat o eficiență egală cu clipping-ul chirurgical al aneurismelor PCaA ⁴⁸; accesul se face pe calea ACI și de aceea, cunoașterea exactă a morfologiei ACA și PCaA este extrem de importantă pentru embolizările respective ³³. Mai mult, din cauza localizării lor distale și a diametrului mic al vasului părinte, aneurismele PCaA reprezintă o provocare tehnică pentru terapia endovasculară și, ca și în cazul majorității aneurismelor cerebrale de bifurcație, au un procent de recurență potențial ridicat ⁴⁸. Tratamentul endovascular al aneurismelor ACA distale poate conduce la rezultate tehnice și clinice bune ⁵⁰.

4 Artera cerebrală posterioară de tip fetal

Cercul sau poligonul lui Willis (cW) este una dintre cele mai faimoase structuri anatomice indicate prin eponim ³. Variația anatomică la nivelul cW reprezintă mai degrabă o regulă decât o excepție ¹. Sunt studii ce raportează că un cW clasic poate fi prezent în 4,8-85,4% ⁵¹. Se pare că nu există criterii etnice de distribuție a variațiilor anatomice ale cW în populație ⁵². Variantele anatomice ale cW pot împiedica identificarea adecvată a modelelor clinice ale leziunilor ischemice și etiologia accidentelor vasculare cerebrale ⁵³. Tipul standard de cW este cel de nonagon în care AComA unește cele două ACA, segmentele A1 ale acestora din urmă pornesc din ACI; AComP pleacă din ACI și se leagă la ACP, ram al AB, completând partea posterioară a cW ^{54,55}. În tipul morfologic adult, segmentul P2, postcomunicant, al ACP, continuă segmentul P1 precomunicant.

Arterele de interes pentru neuro-oftalmologi sunt arterele oftalmice și arterele centrale ale retinei în partea anterioară și ACP în partea posterioară ⁵⁶. Au fost discutate trei tipuri de configurație a cW, în relație cu segmentul P1 al ACP: (a) configurația adultă în care P1 este mai groasă decât PComA, care nu este hipoplazică; (b) configurația de tranziție în care ACP și P1 au același diametru și (c) configurația fetală sau embrionară în care diametrul P1 este mai mic decât diametrul AComP ⁵⁷.

În cazul tipurilor fetale de ACP (FACP), segmentul P2 derivă din ICA. Segmentul P1 poate fi sau hipoplazic (FACP parțială, p-FACP), fie absent (FACP completă, f-FACP) (**fig.1**), conform definiției lui van Raamt (2006) ⁵⁸. Pacienții cu o FACP parțială sunt susceptibili de a dezvolta accidente vasculare cerebrale ischemice ⁵⁹.

Puține studii se concentrează exclusiv pe anatomia ACP ⁶⁰. Într-un studiu recent, FACP a fost găsită doar unilateral în 5,6% din 231 de cazuri ⁶¹. van Raamt a analizat diferite studii și a constatat că FACP bilaterale apar în până la 9% din cazuri ⁵⁸.

Am emis ipoteza că FACP apare în diferite combinații anatomice, cu variante de laturi ale cW, și am urmărit să documentez incidența acestor variante pe un lot retrospectiv de angiograme tomografice computerizate (CTA) ⁶². Aceasta deoarece CTA cu randare tridimensională poate evalua adecvat numeroasele variante anatomice ale cW ⁶³.

Am efectuat un studiu retrospectiv pe 147 de angiografii în tomografia computerizată (CTA) selectate aleator pentru a evalua arterele din alcătuirea cW. Criteriile de includere au fost vârsta subiecților (peste 18 ani), calitatea adecvată a CTA, lipsa proceselor patologice care să distorsioneze cW și niciun istoric de intervenție chirurgicală la nivelul cW. Criteriile de excludere au fost procesele patologice care distorsionează anatomia arterială a cW și tomografiile computerizate degradate sau incomplete. După aplicarea acestor criterii, am reținut 139 de angiograme de la 83 de bărbați și 56 de femei, subiecți caucazieni cu vârste cuprinse între 58 și 74 de ani.

Din lotul general de 139 de cazuri au fost documentate 13 cazuri cu FACP (9,35%). Dintre aceste cazuri, au fost 9 cazuri de sex masculin (69,23%) și 4 cazuri de sex feminin (30,77%). Șapte cazuri, patru de sex masculin și trei de sex feminin, din cele 13 cazuri cu FACP, au avut două laturi variante ale cW (53,84%). Alte cinci cazuri, patru bărbați și o femeie, au avut trei laturi variante ale cW (28,46%), iar un caz de sex masculin a avut patru laturi variante ale cW (7,69%).

Zece cazuri, șase bărbați și trei femei, din cele 13 cazuri cu FACP, au avut această variantă unilaterală (76,92%). La alte trei cazuri de sex masculin (23,07%) s-au constatat FACP bilaterale.

În lotul general au fost găsite p-FACP unilaterale la două cazuri de sex masculin (2/139, 1,43%). La patru cazuri de sex masculin și patru cazuri de sex feminin s-au găsit f-FACP unilaterale (8/139, 5,75%). Un caz de sex masculin a prezentat combinația bilaterală p-FACP+f-FACP (1/139, 0,71%). La două cazuri de sex masculin s-a constatat combinația bilaterală f-FACP+f-FACP (2/139, 1,43%), deci vascularizația bilaterală din ACI a teritoriului PCA.

Diferitele subvariante ale FACP au fost găsite în diferite variante anatomice ale cW în ceea ce privește numărul de laturi variante și morfologia generală a acestuia. Șapte din cele 13 cazuri cu FACP au avut doar variante posterioare ale cW și 6/13 cazuri de FACP au prezentat variante arteriale atât în circulația anterioară, cât și în cea posterioară.

Nu am găsit în acest studiu ⁶² nicio variantă cu o singură latură a cW care să conducă la FACP. O astfel de variantă unilaterală a cW, cu segment P1 aplazic, a fost găsită de Coulier (2021) în 2,55% din cazuri ⁶³. Cu toate acestea, Iqbal (2013) a găsit variante unilaterale ale cW în 24% din cazuri ⁶⁴. FACP ar putea fi doar rareori o variantă arterială izolată a cW. Prin urmare, ar trebui luate în considerare și documentate și alte variații ale cW atunci când se constată un FACP.

5 Modelele topografice ale venei lui Labbé (vena anastomotică inferioară)

Drenajul venos al lobului temporal este important în diferite intervenții neurochirurgicale și aborduri combinate ale bazei craniului ⁶⁵. Cea mai importantă venă de drenaj a lobului temporal este vena anastomotică inferioară (vena lui Labbé, VL) ⁶⁵.

În studii a fost acordată puțină atenție venelor anastomotice superficiale, deși complicațiile postoperatorii severe pot fi determinate de leziuni venoase iatrogene ⁶⁶. Importanța topografiei VL are legătură cu abordurile ale bazei craniului și leziunile tentoriale mediale rezultate în abordurile temporale posterioare ⁶⁶.

Plecând de la ipoteza existenței unor posibilități anatomice încă neidentificate ale VL, am urmărit prin această cercetare să documentez la un lot retrospectiv de angioCT modelele

topografice venoase superficiale de la nivelul fețelor laterală și inferioară ale lobului temporal cerebral ⁶⁷.

Am studiat un lot retrospectiv aleator de 50 de scanări angioCT ⁶⁷. Dintre acestea, 32 au fost la cazuri de gen masculin și 18 la cazuri de gen feminin. Cercetarea a fost efectuată în conformitate cu principiile din Codul de etică al Asociației Medicale Mondiale (Declarația de la Helsinki).

Am definit ⁶⁷ patru tipuri topografice ale VL: tipul 0 – VL absentă; tipul 1 – tipul anterior, temporal, cu VL având traiect aplicată doar pe componente ale osului temporal (tipul scuamoso-pietro-mastoidian); tipul 2 – tipul intermediar, temporoparietal, cu VL având traiect corespunzător scuamei temporale (facultativ), unghiului mastoidian al parietalului și porțiunii mastoidiene a temporalului (tipul scuamoso-parieto-mastoidian); tipul 3 – tipul posterior, parietooccipital, cu VL având traiect corespunzător scuamei temporale (facultativ), unghiului mastoidian al parietalului și scuamei occipitale (tipul scuamoso-parieto-occipital).

Am înregistrat situațiile cu VL multiple, duplicate, triplicate sau cvadriplicate. Am înregistrat cazurile cu dominanța drenajului silvian pe calea VL.

Deasemenea am înregistrat modul de drenaj al VL în ST: (tip A) prin intermediul unui sinus tentorial, (tip B) direct, sau (tip C) pe calea unei lacune durale.

În lotul studiat nu au existat diferențe în funcție de gen semnificative statistic.

Tipul 0, VL absentă, a fost identificat după cum urmează. În 3/50 cazuri (6%), două de gen masculin și unul de gen feminin, VL a fost absentă bilateral. Tipul 0 a fost identificat unilateral în dreapta la 5 specimene, 4 de gen masculin și unul de gen feminin. Tipul 0 unilateral a fost evidențiat în partea stângă la 5 cazuri diferite, 2 de gen masculin și 3 de gen feminin.

Tipul 1, temporal, de VL nu a fost identificat bilateral la niciun caz din lotul documentat specific. A fost evidențiat unilateral în 6/50 cazuri (12%), cu prevalență egală stânga-dreapta (3 cazuri pe fiecare parte); în dreapta la 2 cazuri de gen masculin și unul de gen feminin, în stânga la două cazuri de gen feminin și unul de gen masculin.

Tipul 2, intermediar sau temporoparietal, a fost prezent bilateral la 23/50 cazuri (46%), și unilateral la 18/50 cazuri (36%). Prezența unilaterală a fost la 14/50 cazuri în dreapta și la 4/50 cazuri în partea stângă.

Tipul 3, posterior sau parietooccipital, a fost prezent bilateral în 4/50 cazuri (8%), unul de gen masculin și trei de gen feminin. Acest tip a fost prezent unilateral în 16/50 cazuri (32%), în partea dreaptă în 4 cazuri, două de gen masculin și două de gen feminin, iar în partea stângă în 12 cazuri, dintre care 10 de gen masculin și 2 de gen feminin.

Într-un caz de gen masculin am identificat tipul topografic 2 al VL din partea stângă. Interesant este faptul că aceasta nu drenează în ST ci avea traiect peste acesta continuând cu ramuri în vene durale și tentoriale.

La 12/50 cazuri (24%) am identificat VL duplicate, 7 de gen masculin și 5 de gen feminin. Dintre acestea, un caz de gen masculin a prezentat duplicare bilaterală completă a VL (2%); morfologia acestuia a avut simetrie bilaterală, constând din combinația de tipuri 1+3 – VL anterioară, de tip 1 temporal, drenează într-un sinus tentorial larg dar continua pentru a se termina în confluentul sinusurilor; VL posterioară, de tip 3, posterior sau parietooccipital, drenează convergent cu cea anterioară doar în sinusul tentorial de partea respectivă. Am identificat duplicări unilaterale la 11 cazuri, 2 în partea dreaptă și 9 în partea stângă. VL duplicată dreaptă a fost prezentă doar la cazuri de gen masculin. VL duplicată stângă a fost identificată la 4 cazuri

de gen masculin și 5 cazuri de gen feminin. Dedublările unilaterale au fost complete, cu drenaj terminal distinct, sau incomplete, cu drenaj terminal prin trunchi comun. Un caz de gen feminin a prezentat o dedublare completă tip 2+3 a VL stângi, dar componenta anterioară de tip 2 a prezentat și o dedublare parțială.

La un caz de gen masculin am identificat în partea dreaptă cvadriplicarea VL. Cele patru vene care coborau lateral și apoi inferior de lobul temporal cerebral formau o palisadă dinspre antero-inferior spre postero-superior, corespunzând în această secvență tipurilor 1-2-2-3 de VL definite în acest studiu. Primele două se conectau distal la un sinus tentorial prin care drenau în ST. Ultimele două drenau prin lacune durale tot în ST.

Am găsit VL dominantă la 40/50 cazuri (80%). A fost dominantă bilaterală în 28 de cazuri (56%), 19 de gen masculin și 9 de gen feminin. Au fost 4 cazuri de gen masculin cu dominanță unilaterală a VL, 1 în partea dreaptă și 3 în partea stângă. Au fost 8 cazuri de gen feminin cu dominanța unilaterală a VL, 3 în partea dreaptă și 5 în partea stângă.

Considerând cazurile cu VL duplicată și cvadriplicată, precum și cele 16 părți cu VL absentă (tip 0), am înregistrat modalitatea de drenaj pentru 100 VL. Drenajul a fost: (i) de tip A în ST la 49 VL, 25 în dreapta, 24 în partea stângă; (ii) de tip B în ST la 29 de VL, 13 în partea dreaptă și 16 în partea stângă; (iii) de tip C în ST pentru 21 de VL, 11 în dreapta și 10 în stânga; (iv) într-un caz, VL stângă nu a drenat în ST ci se dihotomiza distal într-o venă occipitală durală și una tentorială.

În timpul craniotomiilor combinate ale foselor craniene mijlocie și posterioară (aborduri "pietroase"), VL, care face legătura între fața bazală a lobului temporal și ST este pusă în pericol⁶⁸. Ocluzia VL, care poate constitui singura cale de drenaj venos pentru un teritoriu cerebral important al lobilor temporal și parietal, poate duce la leziuni neurologice devastatoare⁶⁸. Din acest considerent, prezența unor VL multiple, deși cu teritorii cerebrale învecinate, poate reprezenta un element anatomic de siguranță.

S-a sugerat că angiografia digitală cu substrație sau venografia prin tomografie computerizată, realizate preoperator, ar putea fi utile pentru a proiecta abordarea neurochirurgicală⁶⁹. Atunci când se abordează cerebelul, cea mai mică șansă de lezare a VL este prin abord median⁶⁹. Pe de altă parte, atunci când examenul imagistic relevă faptul că VL este prea aproape de confluența sinusurilor sau că venele durale sunt prea lungi, calea de abord chirurgical trebuie reprojectată⁶⁹.

O VL care drenează printr-un sinus tentorial este mai susceptibilă la leziuni în timpul secționării cortului cerebelos decât o VL cu un model de drenaj diferit. Prin urmare, studiile care indică exclusiv un drenaj direct al VL în ST, deși riguros realizate, ar putea induce în eroare neurochirurgii. Pe de altă parte, VL multiple pot avea modele de drenaj diferite, astfel încât, dacă se evită una posterioară, una anterioară ar putea fi afectată atunci când se accesează coridoarele transtentoriale.

6 Concluziile tezei de doctorat și contribuții originale

Concluziile tezei de doctorat

1. Disecția anatomică atentă, observarea atentă a morfologiei vasculare în scanările angioCT, corelate cu documentarea literaturii de specialitate pot oferi detalii ale unor variante anatomice rare care au fost raportate acum mult timp și nu au fost susținute și prin evidența originală respectivă sau cel puțin prin desene anatomice.

2. Fenestrațiile minore ale sistemului vertebrobazilar ar putea să nu producă efecte clinice dar fenestrațiile largi, gigante, aduc un element vascular suplimentar într-un câmp chirurgical strâmt și trebuie documentate atent preoperator pentru a evita incidentele hemoragice.
3. Fenestrațiile largi ale segmentului A2 al arterei cerebrale anterioare trebuie avute în vedere atunci când trunchiuri arteriale multiple și, ocazional, răsucite sunt identificate intraoperator în fisura interemisferică anterioară.
4. Studiul privind traiectul infraoptic al segmentului A1 al arterei cerebrale anterioare demonstrează că un astfel de traiect ar putea apărea în cazurile cu artere carotide interne elongate (dolicoze carotidiene interne). Astfel de artere cerebrale anterioare cu traiecte infraoptice tardive, posterioare, ar putea prezenta și traiect supracarotidian, pe deasupra arterei carotide interne, ceea ce modifică reperele neurochirurgicale uzuale. Este astfel de preferat documentarea anatomică preoperatorie caz cu caz.
5. Segmentul A1 infraoptic al arterei cerebrale anterioare, sau o anastomoză carotico-cerebrală anterioară, ar putea determina modificări vizuale și trebuie investigat pe angiograme în tomografia computerizată precum etiologie potențială a acestor modificări vizuale.
6. Variațiile morfologice și numerice ale laturilor poligonului Willis sunt imprevizibile și trebuie documentate imagistic preoperator pentru a evita leziunile intraoperatorii.
7. Morfologia arterială a ramurilor distale ale arterei cerebrale anterioare, astfel cum este prezentată în manualele de anatomie, a putut fi întâlnită doar în jumătate din cazuri. Posibilitățile anatomice reale heterogene, precum și combinațiile de variante individuale ale arterelor pericalosale și calosomarginală, indică faptul diversitatea posibilităților anatomice respective. Combinațiile de tipuri ale ramurilor arterei cerebrale anterioare sunt mai degrabă asimetrice bilateral.
8. În timpul craniotomiilor pentru aborduri pietroase vena lui Labbé reprezintă un element anatomic de risc chirurgical. Întreruperea acesteia poate fi urmată de leziuni neurologice dacă vena este singura cale de drenaj venos temporoparietal. De aceea, variantele anatomice cu vene Labbé multiple care deservesc teritorii cerebrale învecinate, reprezintă conformații anatomice de siguranță.
9. Venele Labbé multiple pot avea modele de drenaj diferite, astfel încât, dacă se evită una posterioară, una anterioară ar putea fi lezată dacă se accesează coridoarele neurochirurgicale transtentoriale.
10. Structuri vasculare rare reprezintă elemente de risc chirurgical. Abordurile pterionale ale fosei medii pot intersecta sinusul oftalmopietros al lui Hyrtl.
11. Modificările variaționale ale topografiei vasculare cerebrale impun reprojectarea coridoarelor de abord neurochirurgical.

Contribuții originale

1. Am demonstrat posibilitatea traiectului infraoptic sau a traiectului infrachiasmatic al arterei cerebrale anterioare plecată dintr-o carotidă internă elongată (segmente A1 infraoptice ale arterei cerebrale anterioare plecată din carotida internă cu bifurcație distală și nu proximală cum se cunoștea). Această posibilitate nu a mai fost documentată anterior. Au rezultat trei tipuri anatomice ale segmentului precomunicant al arterei cerebrale anterioare: tip 1 – traiect supraoptic al segmentului A1 sau segment A1 absent; tip 2 – traiect infraoptic al segmentului A1; tip 3 – traiect infrachiasmatic al segmentului A1.
2. Am demonstrat multiplele modele anatomice ale arterei pericalosale. O astfel de clasificare nu a mai fost realizată.
3. Am adus primele evidențe ale posibilității traiectului arterei pericalosale prin corpul calos.
4. Am identificat fenestrația înaltă și largă a segmentului A2 al arterei cerebrale anterioare. Această variantă anatomică nu a mai fost raportată anterior.

5. Am obținut evidențe originale ale unor variante anatomice rare, dedublarea parțială a arterei comunicante posterioare și fenestrația segmentului precomunicant al arterei cerebrale posterioare.
6. Sinusul lui Hyrtl - varianta anatomică documentată în lucrare reprezintă prima evidență prin disecție a acestui sinus, o combinație a acestuia cu un tip lateral de sinus pietros superior ; nu am putut documenta niciun raport anatomic al asocierii acestui tip de sinus pietros cu sinusul oftalmopietros al lui Hyrtl.
7. Am realizat o nouă clasificare anatomică a venei lui Labbé, în patru tipuri topografice: tipul 0 – venă absentă; tipul 1 – tipul anterior, temporal, cu vena Labbé având traiect aplicată doar pe componente ale osului temporal (tipul scuamoso-pietro-mastoidian); tipul 2 – tipul intermediar, temporoparietal, cu vena Labbé având traiect la nivelul scuamei temporale, unghiului mastoidian al parietalului și porțiunii mastoidiene a temporalului (tipul scuamoso-parieto-mastoidian); tipul 3 – tipul posterior, parietooccipital, cu vena lui Labbé având traiect corespunzător scuamei temporale (facultativ), unghiului mastoidian al parietalului și scuamei occipitale (tipul scuamoso-parieto-occipital).
8. Am obținut evidențe anatomice rare ale dedublării arterei comunicante anterioare și ale absenței bilaterale a sinusurilor transverse.

Bibliografie (selectivă)

1. Osborn AG. Diagnostic cerebral angiography. 2nd ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
2. Gray H, Standring S, Anand N, Birch R, Collins P, Crossman A, Gleeson M, Jawaheer G, Smith AL, Spratt JD, Stringer MD, Tubbs SR, Tunstall R, Wein AJ, Wigley CB. Gray's anatomy: the anatomical basis of clinical practice. 41 ed. London, UK: Elsevier; 2016.
3. Dumitrescu AM, Costea CF, Cucu AI, Dumitrescu GF, Turliuc MD, Scripcariu DV, Ciocoiu M, Tanase DM, Turliuc S, Bogdanici CM, Nicoara SD, Carauleanu A, Schmitzer S, Sava A. The discovery of the circle of Willis as a result of using the scientific method in anatomical dissection. *Rom J Morphol Embryol* 2020; **61**(3): 959-65.
4. Minca DI, Rusu MC, Radoi PM, Vrapciu AD, Hostiuc S, Toader C. The Infraoptic or Infrachiasmatic Course of the Anterior Cerebral Artery Emerging an Elongated Internal Carotid Artery. *Tomography* 2022; **8**(5): 2243-55.
5. Ji C, Ahn JG. Infraoptic course of both anterior cerebral arteries. *J Korean Neurosurg Soc* 2010; **47**(1): 71-3.
6. Chua MH, Thomas AJ, Fusco MR, Ogilvy CS. An unruptured anterior communicating artery aneurysm with bilateral infraoptic anterior cerebral arteries. Case report and review of the literature. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg* 2014; **16**(4): 368-73.
7. Given CA, 2nd, Morris PP. Recognition and importance of an infraoptic anterior cerebral artery: case report. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002; **23**(3): 452-4.
8. Chakraborty S, Fanning NF, Lee SK, Terbrugge KG. Bilateral infraoptic origin of anterior cerebral arteries: a rare anomaly and its embryological and clinical significance. *Interv Neuroradiol* 2006; **12**(2): 155-9.
9. Maurer J, Maurer E, Perneczky A. Surgically verified variations in the A1 segment of the anterior cerebral artery. Report of two cases. *J Neurosurg* 1991; **75**(6): 950-3.
10. Nandish HS, Selvapandian S, Ghosh S. Surgical Significance of Infra-Optic Course of A1 Segment of Anterior Cerebral Artery: Report of Two Cases. *Asian J Neurosurg* 2019; **14**(3): 927-9.
11. Robinson LR. An unusual human anterior cerebral artery. *J Anat* 1959; **93**(1): 131-3.

12. Spinnato S, Pasqualin A, Chioffi F, Da Pian R. Infraoptic course of the anterior cerebral artery associated with an anterior communicating artery aneurysm: anatomic case report and embryological considerations. *Neurosurgery* 1999; **44**(6): 1315-9.
13. Kang HJ, Lee YS, Suh SJ, Lee JH, Ryu KY, Kang DG. A Ruptured Aneurysm at the Infraoptic Azygous Anterior Cerebral Artery with the Contralateral Internal Carotid Artery Agenesis Treated by Y-stent Assisted Coil Embolization. *J Cerebrovasc Endovasc Neurosurg* 2012; **14**(3): 237-42.
14. Turkoglu E, Arat A, Patel N, Kertmen H, Baskaya MK. Anterior communicating artery aneurysm associated with an infraoptic course of anterior cerebral artery and rare variant of the persistent trigeminal artery: a case report and literature review. *Clin Neurol Neurosurg* 2011; **113**(4): 335-40.
15. Yamashita K, Yasaka M, Uchino A, Noguchi T. Unilateral agenesis of internal carotid artery with interparaclinoid and contralateral carotid-anterior cerebral artery anastomoses diagnosed by magnetic resonance angiography: a case report. *Surg Radiol Anat* 2022; **44**(2): 289-92.
16. Wong ST, Yuen SC, Fok KF, Yam KY, Fong D. Infraoptic anterior cerebral artery: review, report of two cases and an anatomical classification. *Acta Neurochir (Wien)* 2008; **150**(10): 1087-96.
17. Kochar PS, Sooin P, Elfatairy K. Infraoptic anterior cerebral artery or carotid-anterior cerebral artery anastomosis: A very rare embryological variation. Case series and review of literature. *Clin Imaging* 2021; **79**: 8-11.
18. Isherwood I, Dutton J. Unusual anomaly of anterior cerebral artery. *Acta Radiol Diagn (Stockh)* 1969; **9**: 345-51.
19. Besson G. Anomalie rare du polygone de Willis: trajet sous-optique des deux artères cérébrales antérieures. Anévrysme associé de la bifurcation du tronc basilaire. 1980.
20. Lehmann G, Vincentelli F, Ebagosti A. Rare abnormalities of the circle of Willis: infra-optic pathway of the anterior cerebral arteries (author's transl). *Neurochirurgie* 1980; **26**(3): 243-6.
21. Yi Z, Sasaki T, Satoh D, Muruta T, Kitazawa K, Kobayashi S. Carotid-Anterior Cerebral Artery Anastomosis Associated with Paraclinoid Aneurysm and Ophthalmic Artery Originating From Middle Meningeal Artery: Case Report and Consideration of Terminology. *World Neurosurg* 2016; **88**: 689 e1-4.
22. Hillard VH, Musunuru K, Nwagwu C, Das K, Murali R, Zablow B, Hirschfeld A. Treatment of an anterior communicating artery aneurysm through an anomalous anastomosis from the cavernous internal carotid artery. *J Neurosurg* 2002; **97**(6): 1432-5.
23. Rao AS, Kiran NA, Assis ZA, Hegde AS. Infraoptic course of the anterior cerebral artery associated with anterior communicating artery and distal anterior cerebral artery aneurysms. *Neurol India* 2015; **63**(5): 797-9.
24. Kawaji H, Amano S, Hiramatsu H, Sakai N, Kamio Y, Namba H. Dissecting Aneurysm at the Proximal Segment of the Anterior Cerebral Artery Associated with Infraoptic Course Anterior Cerebral Artery. *NMC Case Rep J* 2014; **1**(1): 12-5.
25. Takeshita M, Kubo O, Onda H, Nagao T, Kawamata T, Uchinuno H, Nitta M, Yamamura K, Kagawa M. [A case showing the infraoptic course of the anterior cerebral artery associated with anterior cerebral artery aneurysm]. *No Shinkei Geka* 1991; **19**(9): 871-6.
26. Kim MS, Sim SY. Infraoptic anterior cerebral artery: case series report and literature review. *Surg Radiol Anat* 2016; **38**(8): 887-91.
27. Mahajan A, Banga V, Chatterjee A, Goel G. Infraoptic Course of Anterior Cerebral Artery Coexistence with Double Fenestration of Proximal A2 Segment of Anterior Cerebral Artery with Associated Dysplastic Anterior Communicating Artery Aneurysm Treated with Stent-Assisted Coiling. *Asian J Neurosurg* 2020; **15**(1): 247-9.
28. Ogura K, Hasegawa K, Kobayashi T, Kohno M, Hondo H. [A case of bilateral infraoptic course of ACA associated with multiple cerebral artery aneurysms]. *No Shinkei Geka* 1998; **26**(6): 525-30.
29. Laws ER, Jr., Trautmann JC, Hollenhorst RW, Jr. Transsphenoidal decompression of the optic nerve and chiasm. Visual results in 62 patients. *J Neurosurg* 1977; **46**(6): 717-22.
30. Ellis MF, Scott M, Erwin G. Carotid artery ectasia coexistent with primary open angle glaucoma. *Clin Exp Ophthalmol* 2001; **29**(1): 44-6.

31. Niederberger E, Gauvrit JY, Morandi X, Carsin-Nicol B, Gauthier T, Ferre JC. Anatomic variants of the anterior part of the cerebral arterial circle at multidetector computed tomography angiography. *J Neuroradiol* 2010; **37**(3): 139-47.
32. Perlmutter D, Rhoton AL, Jr. Microsurgical anatomy of the distal anterior cerebral artery. *J Neurosurg* 1978; **49**(2): 204-28.
33. Minca DI, Rusu MC, Radoi PM, Hostiuc S, Toader C. Transcallosal and Pericallosal Courses of the Anterior Cerebral Artery. *Medicina (Kaunas)* 2022; **58**(10).
34. Bergman RA, Tubbs RS, Shoja MM, Loukas M. Bergman's comprehensive encyclopedia of human anatomic variation. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons; 2016.
35. Pashaj S, Merz E. Prenatal demonstration of normal variants of the pericallosal artery by 3D ultrasound. *Ultraschall Med* 2014; **35**(2): 129-36.
36. Cilliers K, Page BJ. Review of the Anatomy of the Distal Anterior Cerebral Artery and Its Anomalies. *Turk Neurosurg* 2016; **26**(5): 653-61.
37. Gunnal SA, Wabale RN, Farooqui MS. Variations of anterior cerebral artery in human cadavers. *Neurology Asia* 2013; **18**(3): 249-59.
38. Stefani MA, Schneider FL, Marrone AC, Severino AG, Jackowski AP, Wallace MC. Anatomic variations of anterior cerebral artery cortical branches. *Clin Anat* 2000; **13**(4): 231-6.
39. Harasiewicz M, Kamieniecka B. [Coexistence of azygous pericallosal artery with aneurysm]. *Neurol Neurochir Pol* 1984; **18**(1): 75-8.
40. Suwanwela NC, Leelachevasit N. Isolated corpus callosal infarction secondary to pericallosal artery disease presenting as alien hand syndrome. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; **72**(4): 533-6.
41. Uchino A, Nomiyama K, Takase Y, Kudo S. Anterior cerebral artery variations detected by MR angiography. *Neuroradiology* 2006; **48**(9): 647-52.
42. Ogawa A, Suzuki M, Sakurai Y, Yoshimoto T. Vascular anomalies associated with aneurysms of the anterior communicating artery: microsurgical observations. *J Neurosurg* 1990; **72**(5): 706-9.
43. Windle BC. The Arteries Forming the Circle of Willis. *J Anat Physiol* 1888; **22**(Pt 2): 289-93.
44. Kakou M, Destrieux C, Velut S. Microanatomy of the pericallosal arterial complex. *J Neurosurg* 2000; **93**(4): 667-75.
45. Altafulla JJ, Simonds EA, Dupont G, Lachkar S, Litvack Z, Iwanaga J, Tubbs RS. A Median Artery of the Corpus Callosum. *Cureus* 2018; **10**(9): e3355.
46. Żytkowski A, Mazurek A, Dubrowski A, Clarke E, Barszcz K, Balawender K, Szmyd B, Radek M. Atypical formation of pericallosal artery A4 segment altering the corpus callosum—Anatomical case report. *Transl Res Anat* 2022; **27**: 100197.
47. Sturiale CL, Brinjikji W, Murad MH, Cloft HJ, Kallmes DF, Lanzino G. Endovascular treatment of distal anterior cerebral artery aneurysms: single-center experience and a systematic review. *AJNR Am J Neuroradiol* 2013; **34**(12): 2317-20.
48. Ko JK, Kim HS, Choi HJ, Lee TH, Yun EY, Choi CH. Endovascular Treatment of Ruptured Pericallosal Artery Aneurysms. *J Korean Neurosurg Soc* 2015; **58**(3): 197-204.
49. Pierot L, Boulin A, Castaings L, Rey A, Moret J. Endovascular treatment of pericallosal artery aneurysms. *Neurol Res* 1996; **18**(1): 49-53.
50. Vora N, Thomas AJ, Gupta R, Gologorsky Y, Panapitiya N, Jovin T, Jankowitz B, Kassam A, Horowitz M. Endovascular treatment of distal anterior cerebral artery aneurysms: technical results and review of the literature. *J Neuroimaging* 2010; **20**(1): 70-3.
51. Jones JD, Castanho P, Bazira P, Sanders K. Anatomical variations of the circle of Willis and their prevalence, with a focus on the posterior communicating artery: A literature review and meta-analysis. *Clin Anat* 2021; **34**(7): 978-90.
52. Eftekhari B, Dadmehr M, Ansari S, Ghodsi M, Nazparvar B, Ketabchi E. Are the distributions of variations of circle of Willis different in different populations? - Results of an anatomical study and review of literature. *BMC Neurol* 2006; **6**: 22.
53. Rangus I, L SM, Galinovic I, Villringer K, H JA, J BF, C HN, Hebun E. Reclassifications of ischemic stroke patterns due to variants of the Circle of Willis. *Int J Stroke* 2021; 10.1177/17474930211048381: 17474930211048381.

54. Tanaka H, Fujita N, Enoki T, Matsumoto K, Watanabe Y, Murase K, Nakamura H. Relationship between variations in the circle of Willis and flow rates in internal carotid and basilar arteries determined by means of magnetic resonance imaging with semiautomated lumen segmentation: reference data from 125 healthy volunteers. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006; **27**(8): 1770-5.
55. Wolpert SM. The circle of Willis. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997; **18**(6): 1033-4.
56. Fisher CM. The posterior cerebral artery syndrome. *Can J Neurol Sci* 1986; **13**(3): 232-9.
57. Van Overbeeke JJ, Hillen B, Tulleken CA. A comparative study of the circle of Willis in fetal and adult life. The configuration of the posterior bifurcation of the posterior communicating artery. *J Anat* 1991; **176**: 45-54.
58. van Raamt AF, Mali WP, van Laar PJ, van der Graaf Y. The fetal variant of the circle of Willis and its influence on the cerebral collateral circulation. *Cerebrovasc Dis* 2006; **22**(4): 217-24.
59. Arjal RK, Zhu T, Zhou Y. The study of fetal-type posterior cerebral circulation on multislice CT angiography and its influence on cerebral ischemic strokes. *Clin Imaging* 2014; **38**(3): 221-5.
60. Gunnal SA, Farooqui MS, Wabale RN. Study of Posterior Cerebral Artery in Human Cadaveric Brain. *Anat Res Int* 2015; **2015**: 681903.
61. Bhanu SP, Pentyala S, Sankar DK. Incidence of hypoplastic posterior communicating artery and fetal posterior cerebral artery in Andhra population of India: a retrospective 3-Tesla magnetic resonance angiographic study. *Anat Cell Biol* 2020; **53**(3): 272-8.
62. Davidoiu AM, Minca DI, Rusu MC, Hostiuc S, Toader C. The Fetal Type of Posterior Cerebral Artery. *Medicina (Kaunas)* 2023; **59**(2).
63. Coulier B. Morphologic variants of the Cerebral Arterial Circle on computed tomographic angiography (CTA): a large retrospective study. *Surg Radiol Anat* 2021; **43**(3): 417-26.
64. Iqbal S. A comprehensive study of the anatomical variations of the circle of willis in adult human brains. *J Clin Diagn Res* 2013; **7**(11): 2423-7.
65. Avci E, Dagtekin A, Akture E, Uluc K, Baskaya MK. Microsurgical anatomy of the vein of Labbe. *Surg Radiol Anat* 2011; **33**(7): 569-73.
66. Silva PS, Vilarinho A, Carvalho B, Vaz R. Anatomical variations of the vein of Labbe: an angiographic study. *Surg Radiol Anat* 2014; **36**(8): 769-73.
67. Minca DI, Rusu MC, Radoi PM, Hostiuc S, Toader C. A New Classification of the Anatomical Variations of Labbe's Inferior Anastomotic Vein. *Tomography* 2022; **8**(5): 2182-92.
68. Lustig LR, Jackler RK. The vulnerability of the vein of Labbe during combined craniotomies of the middle and posterior fossae. *Skull Base Surg* 1998; **8**(1): 1-9.
69. Fang Q, Jiang A, Tao W, Xin L. Anatomic comparison of veins of Labbe between autopsy, digital subtraction angiography and computed tomographic venography. *Biomed Eng Online* 2017; **16**(1): 84.

Lista cu lucrările științifice publicate

Total: 7 publicații în jurnale indexate WOS (SCIE, Core Collection), după cum urmează:

Prim autor

1. **Minca DI**, Rusu MC. The Ophthalmopetrosal Sinus of Hyrtl: The Evidence of A Rare Variant. *Journal of Craniofacial Surgery* 2021; **32**(7): 2551-2.
2. **Minca DI**, Rusu MC, Radoi PM, Hostiuc S, Toader C. Transcallosal and Pericallosal Courses of the Anterior Cerebral Artery. *Medicina (Kaunas)* 2022; **58**(10).
3. **Minca DI**, Rusu MC, Radoi PM, Hostiuc S, Toader C. A New Classification of the Anatomical Variations of Labbe's Inferior Anastomotic Vein. *Tomography* 2022; **8**(5): 2182-92.
4. **Minca DI**, Rusu MC, Radoi PM, Vrapciu AD, Hostiuc S, Toader C. The Infraoptic or Infrachiasmatic Course of the Anterior Cerebral Artery Emerging an Elongated Internal Carotid Artery. *Tomography* 2022; **8**(5): 2243-55.

Autor corespondent

5. Davidoiu AM, **Minca DI**, Rusu MC, Hostiuc S, Toader C. The Fetal Type of Posterior Cerebral Artery. *Medicina (Kaunas)* 2023; **59**(2).

Coautor

6. Radoi PM, **Minca DI**, Rusu MC, Toader C. Bilateral absence of the transverse sinuses with fenestrated superior sagittal sinus draining through enlarged occipital and marginal sinuses. *Folia Morphol (Warsz)* 2021; 10.5603/FM.a2021.0070.
7. Radoi PM, Rusu MC, **Minca DI**, Toader C. Huge Fenestration of the Vertebral Artery and Fenestrated Basilar Artery. *J Craniofac Surg* 2022; **33**(2): 693-5.