

**MINISTERUL SĂNĂTĂȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA
INSTITUȚIA PUBLICĂ UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ
ȘI FARMACIE, „NICOLAE TESTEMIȚANU”**

Cu titlu de manuscris
C.Z.U.: 616.831-005.1:616.134.97-007.64-001.5-073.756.8

**ARION Marian
IMAGISTICA COMPARATĂ A ANEVRISELOR
POLIGONULUI WILLIS**

324.01 – Radiologie și imagistică medicală

Teză de doctor în științe medicale

Conducător științific:

ROTARU Natalia, doctor
habilitat în științe medicale,
profesor universitar

Consultant științific:

ZAPUHLÎH Grigore, doctor
habilitat în științe medicale,
profesor universitar

Autorul:

ARION Marian

CHIȘINĂU 2017

©ARION Marian, 2017

CUPRINS

ADNOTARE (în limba română, rusă și engleză)	4
LISTA ABREVIERILOR	7
INTRODUCERE	9
1. ANEVRISEMELE CEREBRALE ALE POLIGONULUI WILLIS	17
1.1. Considerații anatomo-fiziologice ale poligonului Willis	17
1.2. Caracterizarea anevrismelor poligonului Willis: aspecte de epidemiologie, fiziopatologie, morfopatologie și tabloul clinic	18
1.3. Tehnici de diagnostic ale anevrismelor cerebrale	32
1.4. Metodele de tratament ale anevrismelor cerebrale	40
1.5. Concluzii la capitolul 1	46
2. MATERIAL ȘI METODE DE STUDIU	47
2.1. Caracteristica generală a metodologiei de cercetare	47
2.2. Caracteristica generală a lotului de studiu	53
2.3. Metode de investigații	55
2.4. Metode de procesare statistică a rezultatelor	63
2.5. Concluzii la capitolul 2	66
3. ANGIOGRAFIA PRIN TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ ÎN DIAGNOSTICAREA ANEVRISEMELOR POLIGONULUI WILLIS	67
3.1. Caracteristica generală a anevrismelor cerebrale în baza angiografiei prin tomografie computerizată: aspecte de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații	67
3.2. Detectarea, cuantificarea și caracterizarea anevrismelor cerebrale	71
3.3. Evaluarea anevrismelor poligonului Willis prin tehnicile de reconstrucție ale angiografiei prin tomografie computerizată	82
3.4. Eficiența comparativă a procedeeleor de reconstrucție ale angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul și tratamentul anevrismelor poligonului Willis	90
3.5. Concluzii la capitolul 3	109
4. SINTEZA REZULTATELOR OBTINUTE	111
4.1. Caracteristica generală a anevrismelor cerebrale	111
4.2. Eficiența tehnicilor de postprocesare a angiografiei prin tomografia computerizată în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis	114
CONCLUZII GENERALE ȘI RECOMANDĂRI	128
BIBLIOGRAFIE	131
ANEXE	146
Anexa 1. Algoritmul investigației AngioCT la pacienții cu anevrism intracranian	146
Anexa 2. Certificat de inovator	150
Anexa 3. Acte de implementare	151
DECLARAȚIA PRIVIND ASUMAREA RĂSPUNDERII	152
CV-ul AUTORULUI	153

ADNOTARE

Arion Marian
„Imagistica comparată a anevrismelor poligonului Willis”
Teză de doctor în științe medicale, Chișinău 2017

Structura tezei: lucrarea este expusă pe 130 pagini de text imprimat, constă din introducere, 4 capitole, concluzii generale, recomandări practice, rezumat în limbile română, rusă, engleză și indice bibliografic cu 178 de referințe, include 36 de figuri, 8 tabele, 7 formule și 3 anexe. Rezultatele obținute sunt publicate în 12 lucrări științifice, inclusiv 4 fără coautori și 9 în ediții recenzate.

Cuvinte cheie: anevrism cerebral, poligonul Willis, angiografie, tomografie computerizată, proiecție de intensitate maximă, reconstrucție tridimensională, neuronavigare

Domeniul de studiu și obiectivele lucrării. Scopul lucrării, realizate în domeniul radiologiei și imagisticii medicale, constă în evaluarea comparativă a exactității și eficienței diferitor tehnici de postprocesare angiografice prin tomografia computerizată (AngioCT) a anevrismelor poligonului Willis în vederea stabilirii diagnosticului și strategiei de tratament. Au fost evaluate caracteristica anevrismelor cerebrale în baza AngioCT, apreciată eficiența procedeele AngioCT (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă, reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis, evaluată importanța AngioCT în managementul microchirurgical al anevrismelor poligonului Willis și analizate rezultatele postoperatorii a AngioCT la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis.

Noutatea și originalitatea științifică studiului constă în studierea caracteristicilor anevrismelor cerebrale în baza AngioCT la nivel de republică, aprecierea eficienței diferitor procedee ale AngioCT în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis, estimarea importanței AngioCT în managementul microchirurgical al anevrismelor poligonului Willis și analiza rezultatelor postoperatorii ale AngioCT la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis.

Problema științifică soluționată în teză constă în aprecierea exactității și eficienței diferitor procedee ale AngioCT în diagnosticarea anevrismelor poligonului Willis, fapt care a contribuit la perfecționarea algoritmului de diagnostic și planificării virtuale a intervenției chirurgicale la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis.

Semnificația teoretică a studiului. Studiul nostru a demonstrat că analiza minuțioasă a datelor imagistice de postprocesare, obținute prin AngioCT, sporesc evident gradul de informare a metodei în diagnosticul și planificarea preoperatorie a pacienților cu anevrisme cerebrale ale poligonului Willis în funcție de localizarea, dimensiunile și topografia anevrismului cerebral. Cercetarea prezintă a demonstrat că este posibilă calcularea dimensiunii și formei clipului, precum și presiunii de închidere a brașelor clipului în baza analizei datelor privind dimensiunile și diametrul colului anevrismal, grosimea peretelui colului anevrismal și diametrul vasului patern. În funcție de localizarea și caracteristicile morfologice ale anevrismului poate fi selectat și abordul chirurgical.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în determinarea eficienței procedeele AngioCT (datele primare axiale, proiecția de intensitate maximă, reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis, calcularea dimensiunii și formei clipului și a presiunii de încărcare asupra buzelor clipului pentru fiecare pacient, selectarea celui mai eficient abord chirurgical.

Implementarea rezultatelor științifice. Principalele rezultate ale studiului sunt aplicate în procesul didactic al Catedrei Radiologie și Imagistică Medicală și Catedrei Neurochirurgie a IP USMF „Nicolae Testemițanu”, în activitatea curativă a INN din Republica Moldova.

РЕЗЮМЕ

Арион Мариан

”Сравнительно-радиологическое исследование аневризм Виллизиева круга”

Диссертация доктора медицинских наук, Кишинёв 2017

Структура диссертации: работа представлена на 130 страницах печатного текста, состоит из введения, 4 глав, заключения, практических рекомендаций, резюме на румынском, русском и английском языках и библиографического указателя со 178 ссылками, включает 36 рисунков, 8 таблиц, 7 формул и 3 приложения. Полученные результаты были опубликованы в 12 научных работах, в том числе 4 работы без соавторов и 9 в рецензируемых изданиях.

Ключевые слова: аневризмы головного мозга, полигон Уиллиса, ангиография, компьютерная томография, проекция максимальной интенсивности, трехмерная реконструкция, нейронавигация

Область исследования и задачи работы. Работа оценивает точность и эффективность компьютерно-томографической ангиографии (КТА) в диагностике аневризм Виллизиева круга (АВК). Охарактеризована патология аневризм, выявленных на основе КТА (аспекты эпидемиологии, локализации, эволюции и осложнений), оценена эффективность процедур КТА (аксиальные первичные данные - АПД, проекции максимальной интенсивности - ПМИ, трехмерные реконструкции – ТР и нейронавигация) в диагностике, микрохирургическом лечении и анализе послеоперационных результатов у пациентов с АВК.

Научная новизна и оригинальность. Изучение особенностей аневризм сосудов головного мозга на основе КТА, оценке эффективности различных методов КТА в диагностике, микрохирургическом лечении и анализе послеоперационных результатов у больных с АВК.

Выполненная научная задача состоит в оценке точности и эффективности различных методов КТА в диагностике АВК, что способствовало улучшению алгоритма диагностики и виртуального планирования хирургического вмешательства.

Теоретическая значимость исследования. Установлена эффективность АПД, ПМИ, ТР и нейронавигации, реализуемые при помощи КТА, в диагностике и виртуальном планировании хирургического вмешательства у пациентов с АВК в зависимости от местоположения и размеров, топографии структур и сосудов головного мозга. В зависимости от размера, диаметра и структуры стенки шейки аневризмы, диаметра кровеносного сосуда, питающего аневризму, возможно рассчитать размер и форму клипса, а также давление зажима губы клипса. В зависимости от местоположения и морфологических характеристик аневризмы можно выбрать хирургический доступ.

Прикладное значение работы состоит в установлении эффективности процедур КТА (АПД, ПМИ, ТР и нейронавигация) в диагностике и виртуальном планировании хирургического вмешательства у пациентов с АПУ, расчёт размера и формы клипса, давления зажима на губы клипса для каждого пациента и выбор наиболее эффективного хирургического доступа.

Внедрение научных результатов. Основные результаты исследования применяются в дидактическом процессе Кафедры Радиологии и Кафедры Нейрохирургии ОУ ГУМФ имени Николае Тестемицану, в лечебной деятельности Института Неврологии и Нейрохирургии Республики Молдова.

SUMMARY

Arion Marian

"A comparative imaging study of aneurysms in Willis' polygon"

Thesis of the doctor of medical sciences, Chisinau 2017

The structure of the thesis work is presented on 130 pages of printed text, consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, practical recommendations, summaries in Romanian, Russian and English, and bibliography with 178 references, including 36 figures, 8 tables, 7 formulas and 3 annexes. The results were published in 12 scientific papers, including 4 without co-authors and 9 in reviewed editions.

Key words: brain aneurysm, Willis polygon, angiography, computed tomography, maximum intensity projection, three-dimensional reconstruction, neuronavigation

Research area and objectives. The study evaluates the accuracy and efficiency of computed tomography angiography (CTA) in the diagnosis of aneurysm in Willis polygon (AWP). Brain aneurysms characteristics were assessed based on CTA (aspects of epidemiology, localization, evolution, and complications), was evaluated the effectiveness of CTA post-processing methods (axial raw data - ARD, maximum intensity projection - MIP, three-dimensional volume rendering – 3D VR and neuronavigation) in the diagnosis, microsurgical treatment and postoperative outcome in patients with Willis polygon aneurysms.

Scientific novelty and originality of the study consists in brain aneurysm characteristics assessment based on CTA , evaluating the effectiveness of various CTA methods in the diagnosis, treatment and microsurgical postoperative outcome analysis in patients with Willis polygon aneurysms.

Solved scientific problem represents the accuracy and effectiveness assessment of different CTA methods in the diagnosis of Willis polygon aneurysms, which contributed to the diagnostic algorithm improvement and virtual planning of neurosurgical intervention.

Theoretical significance of the study. The effectiveness of the CTA methods ARD, MIP, 3D RV was determined in the diagnosis and planning of virtual neurosurgery in patients with Willis polygon aneurysms, depending on location and size, topography of adjacent brain and vascular structures. Depending on the size, diameter and wall structure of the aneurysm neck, the feeding artery diameter, can be calculated the size and shape of the clip and the clamping pressure on clip's lips. Depending on the location and morphological characteristics of the aneurysm can be selected surgical access.

Applicative value of study. To establish the effectiveness of the CTA post-processing methods (ARD, MIP, 3D RV) in diagnostics and virtual planning of neurosurgical intervention in patients with Willis polygon aneurysms, the clip's size and shape calculation, appreciation of clip's lip clamping pressure for each patient and election of the most effective surgical approach.

Scientific results implementation. The main study results are applied in the didactic process of Radiology and Medical Imaging Department and Neurosurgery Department of the "Nicolae Testemitanu" State University of Medicine and Pharmacy, in clinical practice of Institute of Neurology and Neurosurgery of Moldova.

LISTA ABREVIERILOR

3D	-	tridimensional
A1	-	segmentul proximal al arterei cerebrale anterioare
A2	-	segmentul distal al arterei cerebrale anterioare
AAI	-	artera auditivă internă
AB	-	artera bazilară
ACA	-	artera cerebrală anterioară
ACI	-	arterele carotide interne
ACM	-	artera cerebrală mijlocie
ACoA		artera comunicantă anterioară
ACoP	-	artera comunicantă posterioară
ACP	-	artera cerebrală posterioară
ACS	-	artera cerebelară superioară
AngioCT	-	angiografie prin tomografie computerizată
AICA	-	artera cerebelară inferioară anterioară
ASD	-	angiografie cu substrație digitală
ARM	-	angiografie cu rezonanță magnetică
AV	-	arterele vertebrale
AVC	-	accident vascular cerebral
CNAM	-	Compania Națională de Asigurări în Medicină
CT	-	computer tomografie
CT 3D	-	volume rendering
CT MIP	-	maximum intensity projection
DZ	-	diabet zaharat
FCC	-	orificiul carotido-clinoid
FR	-	factori de risc
GCS	-	Glasgow Coma Scale
HIC	-	hemoragie intracerebrală
HIV	-	hemoragie intraventriculară
HSA	-	hemoragie subarahnoidiană
HTA	-	hipertensiune arterială

HU	-	unități Hounsfield
INN	-	Institutul de Neurologie și Neurochirurgie
IP USMF	-	Instituția Publică Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie
IRM	-	imagistica prin rezonanță magnetică
ISAT	-	International Subarachnoid Aneurysm Trial
ISUIA	-	International Study of Unruptured Intracranial Aneurysms
MAV	-	malformații arterio-venoase
P1	-	segmentul proximal al arterei cerebrale posterioare
P2	-	segmentul distal al arterei cerebrale posterioare
PICA	-	artera cerebelară inferioară posterioară
PIM	-	proiecție de intensitate maximă
RM	-	rezonanță magnetică
RMP	-	reconfigurare multiplanară
RV-3D	-	reconfigurare volumetrică tridimensională
STS	-	sliding-thin-slab (tehnica plăcii subțiri glisante)
WFNS	-	World Federation of Neurosurgical Societies

INTRODUCERE

Actualitatea și importanța problemei abordate. Aneurismele cerebrale reprezintă și pentru secolul al XXI-lea o problemă majoră social-economică și de sănătate publică, atât prin mortalitatea și morbiditatea înaltă, cât și prin consecințele sale nefaste [77, 163, 169].

Aneurismele cerebrale sunt depistate la 3-4% din populație cu o prevalență anuală de 8-10 milioane cazuri și incidență anuală a sângerărilor de 25-30 mii de cazuri [40, 66]. Multe aneurisme nerupte rămân nedetectate, unele dintre ele pot fi descoperite incidental în timpul cercetărilor neuroimagistice, iar un număr mic de aneurisme cerebrale sunt detectate când prezintă simptome, determinate de compresia cerebrală sau de rupturi cu HSA [26, 32, 107].

HSA și aneurismele cerebrale rupte reprezintă o mare provocare medicală atât din punct de vedere diagnostic cât și terapeutic [32, 100, 113, 163, 169].

Ruptura unui aneurism intracranian este o cauză majoră de deces și de invaliditate cu o incidență globală de aproximativ 9 cazuri la 100.000 de populație [139]. În grupul de pacienți care supraviețuiesc după prima hemoragie, riscul de re-sângerare fără tratament este de 3-4% în primele 24 de ore, de 1-2% pe zi în prima lună cu o rată de mortalitate de 70% și de 3% anual după primele 3 luni [32, 115, 152, 171].

Cele mai multe aneurisme saculare dau HSA fără avertisment. În general, aneurismul non-traumatic rupt este cauza HSA în 85% din cazuri, în 10% din cazuri de HSA cauza este non-anevrismală și în 5% cazuri - o varietate de condiții rare. Aneurismele cerebrale rupte produc o mortalitate de peste 50% în prima lună, peste 50% din pacienții care supraviețuiesc prezintă deficiențe neurologice majore [24, 40, 66], inclusiv peste 60% dintre aceștia suferă de deficit neurologic permanent [59].

Așadar, incidența HSA este mare și crește persistent. În pofida îmbunătățirii managementului medical și tratamentului chirurgical a pacienților cu HSA, pronosticul global rămâne slab - mortalitatea și morbiditatea sunt ridicate, în principal din cauza asocierii directe cu sângerarea primară. Datorită acestor efecte devastatoare, tratamentul pacienților cu aneurisme intracraniene nerupte este recomandat dacă riscul de rupere este mai mare decât morbiditatea și mortalitatea legată de tratament [33, 112, 149].

Rata anuală de re-sângerări, în cazul aneurismului non-obstruant, este de 3%. Incidența re-rupturii în prima lună după HSA este de 30%, este asociată cu o mortalitate de 60% și rezultate slabe ale tratamentului medical. Astfel, intervenția chirurgicală timpurie nu numai că

elimină riscul, dar îmbunătățește supraviețuirea, iar calitatea vieții supraviețuitorilor este semnificativ mai bună [40, 66].

Pentru a preveni re-sângerarea anevrismelor rupte, tratamentul se efectuează cât mai curând posibil în scopul excluderii anevrismului din circulația arterială. Abordările microchirurgicale ale anevrismelor au revoluționat terapia chirurgicală, modificând evident evoluția și prognosticul pacienților operați [32, 171].

Totodată, tratamentul eficient al anevrismelor intracraniene, îndeosebi tratamentul endovascular, necesită diagnostic precoce, examinare aprofundată a pacientului, descriere preoperatorie exactă topografo-anatomică a anevrismului (sacul și colul anevrismal, relația colului cu vasul respectiv), abordare diferențiată a metodei de tratament chirurgical [13, 71].

Imagistica de diagnostic este necesară pentru a îndeplini două sarcini: verificarea absenței anevrismelor intracerebrale și determinarea celui mai adecvat tratament (microembolizarea endovasculară sau cliparea chirurgicală). Metoda imagistică ideală pentru determinarea și caracterizarea anevrismelor intracraniene trebuie să fie non-invazivă, ușor de aplicat, rapidă și cu risc scăzut de complicații. Mai mult, metoda trebuie să ofere suficiente informații cu privire la anevrism, localizare în raport cu baza craniului, punctul de origine arterială, încadrând anatomia vasculară, prezența calcifierilor periferice și trombilor care sunt foarte importante pentru determinarea metodei de tratament [18, 39, 99, 110].

ASD este "standardul de aur" pentru detectarea anevrismelor și pentru determinarea fezabilității embolizării, însă tehnica este invazivă, provoacă o doză mare de radiație pentru pacient și personalul medical, este consumatoare de timp, relativ costisitoare, provoacă disconfort și riscuri potențiale pacientului [57, 78, 109, 155].

Progresele tehnologice recente au condus la performanțe de diagnostic ale AngioCT aproape echivalente cu ASD. AngioCT este o metodă non-invazivă, larg disponibilă, rapidă, fezabilă și precisă, mai ales în stările acute, economisitoare de timp, cu cost relativ redus, cu micșorarea dozei de radiație și posibilitatea de efectuare în condiții de ambulatoriu [57, 67, 110, 170, 155]. Ultima generație de AngioCT-3D cu detectoare cu 64-320 de rânduri și subtracție digitală pot furniza imagini de înaltă calitate și informații extrem de utile, pot fi considerate suficiente pentru luarea deciziilor clinice în strategia terapeutică adecvată la majoritatea pacienților [61, 78, 87, 109, 155].

Această metodă, prin creșterea vitezei de scanare, creșterea acoperirii volumetrice și creșterea rezoluției spațiale, este excelentă în detectarea și delimitarea anevrismelor intracraniene, inclusiv anevrismelor mici (<3 mm), anevrismelor rupte și anevrismelor localizate

în apropierea bazei craniului [64, 67, 110, 127, 155]. AngioCT este tot mai frecvent și cu succes utilizată ca test unic, de prima linie în planificarea tratamentului pacienților cu anevrisme intracranieie rupte și nerupte [32, 39, 57, 78].

Primul pas în estimarea rezultatelor AngioCT este vizualizarea secțiunilor primare axiale, achiziționate direct din datele neprelucrate. Ulterior, algoritmul analizei investigației angiografice include evaluarea rezultatelor diferitor procedee de reconstrucție computerizată.

Există numeroase tehnici de reconstrucție a imaginilor AngioCT, disponibile în prezent pe stațiile de prelucrare, și cum acestea influențează calitatea finală a examinării, neuroradiologii trebuie să fie conștienți de avantajele și limitările diverselor tehnici de reconstrucție pentru optimizarea examinării AngioCT și pentru determinarea tratamentului chirurgical adecvat [150].

Cel mai frecvent sunt utilizați algoritmi de reconstrucție RMP, PIM și RV-3D [42, 115, 150]. RMP este prima metodă la începutul evaluării rezultatelor AngioCT pentru confirmarea unui anevrism și pentru a crea secțiuni coronale, axiale, sagitale sau oblice. RMP poate fi combinată cu PIM, algoritm pentru vizualizarea pixelilor cu luminozitate maximă, care, cu toate acestea, are o utilitate limitată în AngioCT, datorită atenuării mai mari a craniului, comparativ cu arterele intracraniene [150].

Tehnica displeului cu suprafața umbrită și RV-3D sunt mai puțin simple decât PIM și cere utilizatorului să definească praguri pentru selectarea de voxelii pe baza unităților Hounsfield. Tehnica de RV-3D utilizează toate voxelurile într-un volum pentru a evita pierderea de informații, tipică pentru tehnica PIM și tehnica displeului cu suprafața umbrită [150].

Actualmente pe larg este utilizată RV-3D cu substrația oaselor craniene, care elimină structurile osoase, frecvent suprapuse pe anevrismele cerebrale și pe vasele poligonului Willis. Metoda permite vizualizarea structurilor vasculare separat de substanța creierului și masivul osos.

Neuronavigarea 3D a anatomiei vasului și anevrismului, generată de autosegmentarea setului AngioCT de date și ajustată la vizualizarea chirurgicală, este de ajutor în timpul tratamentului. Imaginea se poate roti pentru a localiza anevrismul, a înțelege geometria complexului arteră-anevrism, a înțelege anatomia ramificațiilor, a limita deschiderea cisternelor, a vizualiza structurile ascunse, a evalua proiecția domului anevrismal, a vedea pe ecran localizarea și mișcarea instrumentelor în câmpul operator real și a adapta abordarea chirurgicală [142].

În prezent există două metode convenționale de angiografie prin RM: ”time of flight” și ”phase-contrast”, care pot fi 2D sau 3D, și care au la bază tehnicile gradient-echo. Cele

două metode ale angiografiei prin RM scot în evidență dependența semnalului IRM de fenomenul de flux sangvin: spinii staționari sunt suprimați, cei aflați în mișcare apar cu hipersemnal. Există avantaje și dezavantaje în folosirea AngioCT față de angiografia prin RM. Pacienții cu contraindicații tipice pentru IRM (clipuri feromagnetice, pacemakeri, claustrofobie) beneficiază de AngioCT. AngioCT este mai sensibilă în studiul leziunilor vasculare cerebrale la pacienții cu un output cardiac scăzut. Artefactele vizibile în MAV cerebrale gigante la angiografia prin RM nu sunt vizibile pe AngioCT. AngioCT nu poate fi folosită în urmărirea pacienților cu MAV cerebrale tratate endovascular la care angiografia prin RM ("time of flight") este tehnica de elecție [128].

Există puține studii care compară diferite procedee a unei și aceleiași tehnici în depistarea anevrismelor cerebrale. Astfel de studii s-au efectuat pentru evaluarea toracelui, vascularizației rinichiului, la donatorii de ficat, în stenoza arterei carotide [150].

Scopul lucrării constă în evaluarea imagistică comparativă a diferitor tehnici de postprocesare ale angiografiei prin tomografia computerizată în anevrismele poligonului Willis pentru optimizarea diagnosticului imagistic.

Pentru realizarea scopului au fost stipulate următoarele **obiective de explorare:**

1. Estimarea eficienței datelor primare axiale, analizei prin proiecție de intensitate maximă și reconstrucției tridimensionale a angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis.
2. Caracteristica generală a patologiei cerebrale în baza angiografiei prin tomografie computerizată: aspecte de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații.
3. Aprecierea eficienței diverselor tehnici de reconstrucție a angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis într-un lot de pacienți cu anevrisme cerebrale unice.
4. Evaluarea tehnicilor de orientare spațială intracraniană prin angiografia prin tomografie computerizată în vederea alegerii abordului chirurgical.
5. Corelarea datelor morfologice ale examinării angiografiei prin tomografie computerizată a anevrismelor poligonului Willis cu tehnicile chirurgicale aplicate în cazul complicațiilor apărute postoperator.

Inovația științifică a rezultatelor obținute.

1. Am corelat datele morfologice ale examinării angiografiei prin tomografie computerizată a anevrismelor poligonului Willis cu tehnicile chirurgicale aplicate în cazul complicațiilor apărute postoperator.

2. S-a apreciat eficiența diferitor tehnici de postprocesare ale angiografiei prin tomografie computerizată în cazul anevrismelor poligonului Willis.
3. A fost estimată importanța angiografiei prin tomografie computerizată și a neuronavigării prin tomografie computerizată în managementul microchirurgical al anevrismelor poligonului Willis.
4. Au fost analizate rezultatele postoperatorii ale angiografiei prin tomografie computerizată la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis.
5. A fost elaborat algoritmul aplicării diverselor tehnici de postprocesare a angiografiei prin tomografie computerizată în anevrismele poligonului Willis pentru optimizarea diagnosticului imagistic și evaluarea complicațiilor postoperatorii.

În literatura științifică mondială nu există studii prospective voluminoase privind aprecierea eficienței diferitor metode de postprocesare ale angiografiei computerizate în stabilirea diagnosticului și planificarea individuală virtuală a intervențiilor neurochirurgicale.

Problema științifică soluționată în teză constă în aprecierea eficienței procedeeleor angiografiei prin tomografie computerizată (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă și reconstrucția tridimensională) în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis.

Semnificația teoretică și valoarea aplicativă a studiului.

1. A fost constatată eficiența analizei datelor primare axiale, rezultatelor proiecției de intensitate maximă, reconstrucției tridimensionale și neuronavigării, realizate prin angiografie tomografic computerizată, în diagnosticul și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis în funcție de localizare și dimensiune, topografia structurilor cerebrale și vasculare adiacente.
2. În baza dimensiunii colului anevrismal, volumului sacului anevrismal, diametrului vasului sanguin care alimentează anevrismul, a devenit posibilă calcularea dimensiunii și formei clipului neurochirurgical și a presiunii de încărcare asupra lamelor clipului.
3. În funcție de localizarea și caracteristicile morfologice ale anevrismului poate fi elaborată tactica de tratament și selectat abordul chirurgical.

Aprobarea rezultatelor tezei. Rezultatele studiului au fost prezentate și discutate în cadrul următoarelor foruri științifice naționale și internaționale

Teza a fost examinată și aprobată la ședința catedrei Radiologie și Imagistică Medicală a USMF „Nicolae Testemițanu” (proces verbal nr. 3 din 30.12.2015) și la ședința Seminarului

științifico-metodic de profil „324. Diagnostic medical, Specialitatea: 324.01 Radiologie și Imagistică Medicală; 324.02 Diagnostic functional; 324.03 Diagnostic de laborator” al MS din RM (proces verbal nr. 3 din 03.06.2016).

Sumarul compartimentelor tezei. Lucrarea este expusă pe 130 pagini de text dactilografiat, include 36 de figuri, 8 tabele, 7 formule statistice și 3 anexe, constă din introducere, 4 capitole, concluzii generale, recomandări practice, rezumat în limbile română, rusă, engleză și indice bibliografic cu 178 de referințe. La subiectul tezei au fost publicate 12 lucrări științifice, inclusiv 4 publicații fără coautori și 9 publicații în ediții recenzate.

În *introducere* este argumentată actualitatea temei de cercetare, sunt formulate scopul și obiectivele studiului, inovația științifică a rezultatelor obținute, semnificația teoretică și valoarea aplicativă a lucrării.

Problema științifică importantă soluționată în lucrare constă în studiul comparativ al exactității și eficienței procedeeleor de reconstrucție a AngioCT în diagnosticarea anevrismelor poligonului Willis.

În *capitolul 1* sunt relatate informații contemporane din literatura de specialitate cu referire la caracteristica generală a anevrismelor cerebrale, inclusiv a anevrismelor poligonului Willis. Au fost evidențiate aspecte de epidemiologie, fiziopatologie, morfopatologie, tablou clinic, modalități de diagnostic și tratament.

Incidența (0,37-4,15%), prevalența (0,2-9,9%) și mortalitatea (19,4-67%), cauzate de anevrismele intracerebrale, variază considerabil în funcție de studiu, design, populația evaluată și caracteristicile anevrismului. Anevrismele intracerebrale sunt consecința unui defect a peretelui arterial, în special al mediei și al laminei elastice, pot fi congenitale (saculare), dobândite (fuziforme), cauzate de boli inflamatorii (endocardita infecțioasă subacută), microbiene, posttraumatice, aterosclerotice, mixomatoase sau disecante. Anevrismele cerebrale în 70% din cazuri sunt localizate pe arterele părții anterioare a poligonului Willis.

Tabloul clinic al anevrismelor intracerebrale se manifestă prin semne și simptome de HSA, sindrom tumoral, ischemie/infarct cerebral, cauzate de embolie arterială cu origine în sacul anevrismal, compresia structurilor adiacente, semne de compresie a nervilor cranieni, sindrom cefalalgic.

Actualmente, pentru detectarea și caracterizarea anevrismelor intracraniene este folosită AngioCT multislice cu 16-320 canale - o tehnică de imagistică non-invazivă și exactă, cu o capacitate de diagnosticare mare și potențial de a înlocui, în majoritatea cazurilor, ASD. Selectarea opțiunii de tratament a pacienților cu anevrisme intracraniene (supraveghere în

dinamică, intervenție chirurgicală cu cliparea anevrismului sau embolizare endovasculară a anevrismului) depinde de mărimea și localizarea anevrismului, vârsta, starea generală de sănătate și starea neurologică a pacientului.

În *capitolul 2* sunt descrise metodologia generală de cercetare, caracteristica și metodele de examinare a loturilor de studiu, metodele de evaluare statistică a rezultatelor obținute.

Din 1614 pacienți cu analiza vaselor intracerebrale prin AngioCT, pentru evaluarea comparativă a tehnicilor de reconstrucție a AngioCT, în studiu au fost incluși 140 de pacienți (40,7% bărbați și 59,3% femei) în vârstă de 19-78 de ani cu anevrisme cerebrale ale poligonului Willis, evaluați prin trei procedee de reconstrucție în baza AngioCT cerebrale: axial, PIM și RV-3D. Vârsta medie a acestui grup de pacienți era de $51,51 \pm 1,1$ ani.

Până la 29 de ani aveau 7 (5,0%) pacienți, 30-49 de ani - 52 (37,1%) de pacienți și 50 de ani sau mai mult 81 (57,9%) de pacienți.

Procesarea datelor primare a fost efectuată cu ajutorul funcțiilor și modulelor programelor SPSS-16 și EXCEL la calculatorul personal prin proceduri statistice descriptive (tabele de frecvențe, grafice, indicatori numerici - valoarea cea mai mică, valoarea cea mai mare, media etc.) și inferențiale (estimarea caracteristicilor unei populații și testarea ipotezelor statistice). Pentru estimarea diferențelor semnificative în mediile a două grupe s-a utilizat criteriul t-Student. Dinamica parametrilor de grup s-a evaluat prin criteriul t de selecții coerente. Datele tabelor de contingență au fost analizate prin metoda statisticii variaționale (χ^2). Statistic semnificative am considerat diferențele, când valoarea bilaterală $P < 0,05$.

În *capitolul 3* sunt analizate detaliat detectarea, cuantificarea și caracterizarea anevrismelor cerebrale, eficiența comparativă a procedeelor de reconstrucție ale AngioCT în diagnosticul și tratamentul anevrismelor poligonului Willis.

Anevristm unic a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți (în 203 cazuri pe arterele poligonului Willis și în 22 de cazuri pe arterele extra-Willis), două anevrisme - la 35 (13,0%) de pacienți (în 32 de cazuri pe arterele poligonului Willis și în 3 cazuri pe arterele extra-Willis) și trei anevrisme - la 8 (3,0%) pacienți (în 7 cazuri pe arterele poligonului Willis și 1 caz pe artera extra-Willis).

În lotul format din 140 de pacienți cu anevrisme cerebrale unice ale poligonului Willis, examenul prin AngioCT a constatat următoarele localizări ale anevrismelor: ACoA la 77 (55,0%) de pacienți, ACoP la 6 (4,3%) pacienți, ACI la 30 (21,4%) de pacienți, ACM la 20 (14,3%) de pacienți și AB la 7 (5,0%) pacienți. Anevrisme localizate pe ACA și ACP nu s-au constatat.

În *capitolul 4* este expusă sinteza rezultatelor obținute, avantajele, impactul și eficiența procedurilor AngioCT (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă, reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis.

Forma anevrismului sacular mai corect se apreciază pe imaginile CT 3D (cu excepția anevrismelor trombozate, unde este păstrată circulația sangvină). Forma anevrismului fusiform se apreciază similar pe imaginile CT 3D și CT MIP. Calcificatele anevrismale trebuie apreciate, în primul rând, pe CT MIP, apoi verificate pe CT axial pentru a exclude suprapunerea cu structurile osoase.

Raportul între structurile osoase și anevrism poate fi apreciat la CT 3D și/sau CT MIP și verificat la CT axial în cazul prezenței eroziunii osoase. Raportul anevrismului cu artera de origine și ramurile vasculare adiacente trebuie analizate, în primul rând, la CT 3D. Pentru anevrismele localizate în vecinătatea sinusului cavernos, raportul anevrism-structurile sinusului se efectuează la CT axial. Raportul anevrismului cu modificările cerebrale secundare și concomitente, enumerate anterior, trebuie analizate la CT axial. În cazul hemoragiei anevrismale acute întotdeauna trebuie verificată prezența extravazării agentului de contrast pe CT axial pentru a exclude hemoragia acută.

Analiza postoperatorie a stării structurilor arteriale vasculare trebuie efectuată în primul rând la CT 3D. Depistarea, determinarea dimensiunii, localizării și formei trombusului intraluminal anevrismal trebuie efectuate, în primul rând, la CT MIP.

În baza rezultatelor obținute și experienței acumulate am elaborat un algoritm de analiză detaliată multilaterală a datelor imagistice ale AngioCT la pacienții cu anevrism intracranian – date necesare pentru stabilirea diagnosticului, caracteristica completă a tuturor parametrilor pentru selectarea tacticii de tratament și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale.

1. ANEVRISEMELE CEREBRALE ALE POLIGONULUI WILLIS

1.1. Considerații anatomo-fiziologice ale poligonului Willis

Vascularizația creierului este asigurată de arterele carotide interne și arterele vertebrale, ultimele contopindu-se pe linia mediană și formând trunchiul bazilar, care apoi se divide în ramuri terminale. Arterele carotide se divid în artera cerebrală anterioară, artera cerebrală mijlocie, artera coroidiană anterioară și artera cerebrală posterioară, care se unește cu artera comunicantă posterioară, având anastomoză între sistemul carotidian și cel vertebral. Arterele cerebrale anterioare sunt unite prin artera comunicantă anterioară [73, 135].

Artera vertebrală are 2 segmente: unul cervical și vertebral (la nivelul gâtului) și unul cerebral care se întinde până la marginea inferioară a punții, unde, prin unire cu cea de partea opusă, formează trunchiul bazilar. Acesta urcă în canalul format de clivus (anterior) și șanțul bazilar pontin până în dreptul spațiului perforat posterior, unde arterele vertebrale posterioare se împart în artere terminale[92, 135].

Sistemul de anastomoze de la baza creierului formează un circuit închis numit poligonul Willis sau poligonul arterial, format din artera comunicantă anterioară, 2 artere cerebrale anterioare, 2 artere comunicante posterioare, 2 artere cerebrale posterioare, artera bazilară, artera carotidă internă și artera cerebrală medie. De cele mai multe ori aceste artere sunt inegale ca lungime și calibru (figura 1.1)[92, 135].

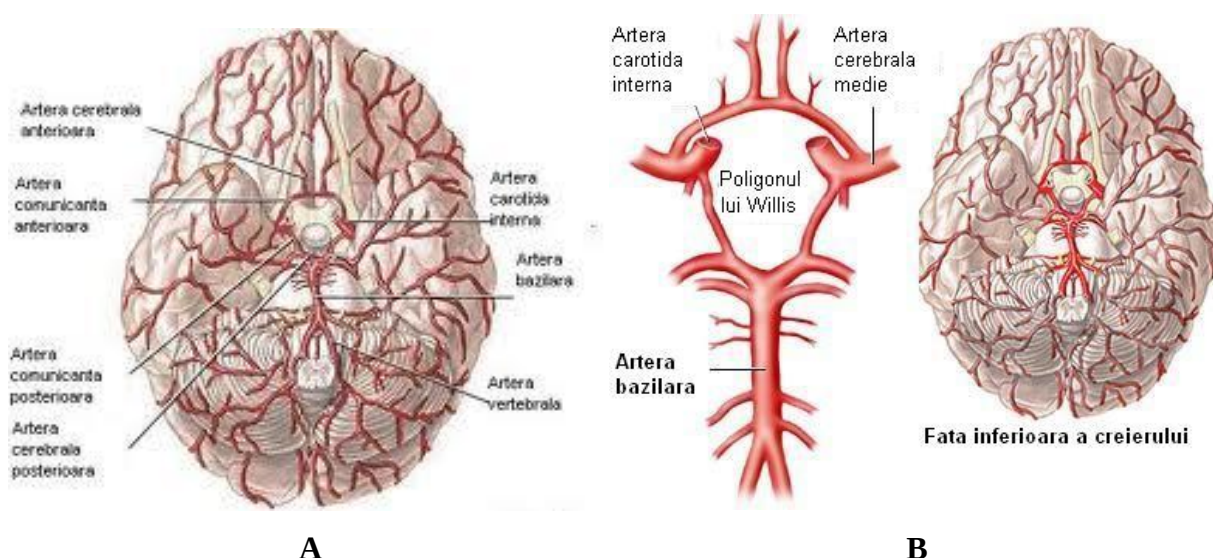


Figura 1.1. Sistemul de anastomoze de la baza creierului, care formează poligonul Willis (A, B)

[http://www.sfatulmedicului.ro/galerii-foto/accidentul-vascular-cerebral-avc_120]

Poligonul arterial își manifestă eficacitatea atunci când una dintre laturi (ramuri) este obliterată, circulația sângelui fiind suplinită de celelalte. Există multiple variații anatomice a configurației poligonului Willis: hipoplazia și aplazia vaselor, persistența unor vase embrionare care în mod normal dispar, dispariția vaselor care persistă în mod normal, apariția unor vase noi din cauza factorilor hemodinamici sau genetici [36, 73, 135].

Poligonul Willis „tipic” a fost constatat doar în 14% din creiere normale la cadavre adulte. În 86% din cazuri poligonul Willis era hipoplazic, inclusiv în 56% cu anomalii multiple. Cel mai frecvent (70%) anomaliile au fost depistate în partea posterioară a poligonului Willis [36].

Așadar, poligonul Willis este un sistem arterial anastomotic, cu 12 ramuri (laturi), situat la baza creierului, la formarea căruia participă 2 sisteme arteriale: sistemul carotic intern și sistemul vertebro-bazilar, 1 artera comunicantă anterioară, 2 artere cerebrale anterioare, 2 artere cerebrale posterioare, 2 artere comunicante posterioare, 1 arteră bazilară, 2 artere carotide interne și 2 artere cerebrale medii.

1.2. Caracterizarea anevrismelor poligonului Willis: aspecte de epidemiologie, fiziopatologie, morfopatologie și tabloul clinic

Cuvântul „anevrism” provine din latinescul „aneurysma”, care înseamnă dilatare. Aceste formațiuni pseudotumorale apar prin dilatarea de diverse forme și dimensiuni, localizată, permanentă a pereților arteriali, determinată de slăbirea rezistenței parietale congenitală sau dobândită, în special a mediei [5, 24, 57, 108, 115, 118], comunică cu lumenul vasului și au o tendință de creștere [5, 115, 118]. Aneurismele cerebrale își manifestă prezența prin HSA sau hemoragie transparenchimotoasă în funcție de localizare [32].

Prevalența. Aneurismele cerebrale constituie o problemă importantă social-economică și de sănătate publică, atât prin morbiditatea înaltă, cât și prin consecințele sale nefaste [77, 163, 169]. Prevalența anevrismelor variază în funcție de definiția formațiunii și de materialul pe care au fost efectuate studiile (date necropsice sau angiografice). Mai multe studii anatomice de amploare, realizate în perioada anilor 1950-1980, au raportat o gamă largă de frecvență a anevrismelor intracraniene rupte și nerupte: de la 0,2% până la 9,9% [2, 24, 26, 27, 57, 177] cu o valoare medie de aproximativ 5% [59, 148].

Adesea aneurismele sunt asimptomatice și nu sunt detectate [148]. Studiile clinice și anatomice, au estimat că 1-6% din populația adultă prezintă aneurisme cerebrale [9, 40, 44, 66].

În SUA, prevalența anuală a anevrismelor este de circa 10-12 milioane de cazuri [40, 44, 66], iar incidența anuală a sângerărilor - de circa 25-30 mii de cazuri [40, 66].

Prevalența anevrismelor intracraniene asimptomatice nerupte (incidentale) în populația generală este neclară, dar este estimată de a fi între 0,2% și 9% [9, 22, 65, 80, 115, 165] sau, conform opiniei unor savanți, până la 5% [141, 165] în funcție de metoda de studiu (retrospectivă sau prospectivă, prin autopsie sau angiografie). Studiile angiografice cerebrale au constatat acest parametru la 0,5-3,0% de persoane adulte [22, 106]. Conform rezultatelor studiilor necropsice, frecvența anevrismelor intracraniene nerupte variază în limitele 0,8-9% [106].

Incidența anevrismelor nerupte de novo, raportată în studii prospective, este de aproximativ 0,37-4,5% pe an [84, 96, 176]. Acest indicator este mai mare (de 1,5-3 ori [23, 106, 176]) în subpopulația feminină, comparativ cu bărbații [24, 65, 80, 161, 176], crește cu vârsta la ambele sexe [80, 65, 165], este mai mare la persoanele în vârstă de peste 60 de ani și alcătuiește 3,0% la persoanele în decada a opta [165].

La copii (vârsta sub 18 ani) anevrismele intracraniene (rupte și nerupte) sunt rare, foarte rare în perioada neonatală și epidemiologia acestora este cunoscută insuficient [57, 104, 141], sunt depistate în 0,5-4,6% din toți pacienții cu anevrisme intracraniene [26, 51, 59, 104], iar conform studiilor recente - în 1-2% [57, 72, 104], și apar mai frecvent la sexul feminin [51, 104]. Astfel, între vârstă și sexul pacienților cu anevrisme există o legătură: raportul anevrismelor la copii între sexul masculin și feminin este de 1,5-1,67:1, la tineri - de 1:1 și la adulți - de 2:3 [104]. Localizarea predominantă a anevrismelor la copii, comparativ cu adulții, este circulația posterioară [51, 104], localizarea distală și bifurcația arterei carotide interne. HSA este prezentă în circa 58-91% din cazuri [51].

Concomitent cu anevrismele saculare, mai frecvent întâlnite la copiii mai mari, la copii există încă trei mecanisme majore de formare a anevrismelor: traumatisme, infecții și disecții arteriale. Anevrysma disecant este tipul de anevrisme cel mai frecvent întâlnit la copii, urmat de anevrismele saculare, infecțioase și posttraumatice [51, 104].

Așadar, datele privind prevalența anevrismelor variază considerabil în funcție de studiu, populația evaluată, metodele de cercetare și caracteristicile anevrismului. Dacă sunt luate în considerație toate dovezile disponibile privind supraestimarea și subestimarea, pentru adulți, fără FR pentru HSA, anevrisme se găsesc în aproximativ 2% cazuri, în marea majoritate de dimensiuni mici (≤ 10 mm).

Clasificarea, caracteristica morfologică și localizarea anevrismelor. Deși este o entitate recunoscută, o înțelegere clară a formării, creșterii, rupturii și celor mai bune strategii de tratament, anevrismele nerupte și anevrismele rupte încă nu sunt studiate integral [57]. Etiologia anevrismelor cerebrale este controversată. Anevrismele cerebrale sunt, de obicei, leziuni dobândite din cauza unor defecte congenitale ale peretelui vascular, traumatismelor, modificărilor aterosclerotice sau infecțioase [59].

Există patru tipuri de bază de anevrisme intracraniene pentru etiopatogeneză și histologie: saculare, fusiforme, disecante și micotice. Se consideră că termenul "anevrisme microbiene" sau "anevrisme infecțioase" este mai corect decât termenul "anevrisme micotice", deoarece o mare varietate de bacterii, fungi, micobacterii și virusuri pot provoca anevrisme microbiene [9, 59, 72, 148].

Din punct de vedere anatomopatologic se disting două tipuri majore de anevrisme:

- anevrisme saculare (colet și sac anevrismal - o dilatație parțială a circumferinței, sacul comunicând cu lumenul arterial printr-un orificiu sau canal), pot fi pediculate sau nu și sunt considerate forme congenitale [5, 24, 26, 49, 148];
- anevrisme fusiforme (dobândite) - o dilatare circulară ovoidă în lungul axului arterei, în mod obișnuit asociat defectului parietal arterial, în special al mediei și al laminei elastice [24, 26], disecției [5, 24, 26] și aterosclerozei [5, 24, 26, 148]. Anevrismele fusiforme apar, de obicei, la pacienții vârstnici, pot duce la efect de masă sau ischemie și nu se rup frecvent.

Există mai multe praguri de mărime convenționale, toate bazate pe măsurarea diametrului maxim al anevrismului [11, 24]. În funcție de dimensiune, sunt anevrisme saculare miliare (≤ 3 mm în diametru), mici și medii (4-15 mm în diametru), mari (16-25 mm în diametru) și gigante (> 25 mm în diametru) [72]. Conform opiniei altor autori, anevrismele saculare pot fi grupate în trei tipuri: mici (< 10 mm), mari (10-25 mm) și gigante (> 25 mm), iar în funcție de lățimea colului sunt anevrisme cu col mic (< 4 mm) și cu col mare (> 4 mm) [24, 59, 115, 148]. Aceste caracteristici anatomice sunt importante pentru decizia de abordare terapeutică și risc intraoperator [108].

Studiile necropsice au demonstrat că 54% din anevrismele nerupte aveau dimensiunea ≤ 4 mm în diametru și 35% - 5-9 mm în diametru. Indiferent de locația pe poligonul Willis, printre anevrismele rupte, de asemenea, predomină cele mici și medii. Din toate anevrismele rupte circa 72-85,6% au fost mai mici de 10 mm [47].

Clasificarea morfologică a anevrismelor cerebrale conform ISUIA include următoarele tipuri [149, 161]:

- tipul 1 - un singur sac cu margini netede,
- tipul 2 - un singur sac cu suprafața neregulată,
- tipul 3 - un sac parental și mai mulți saci secundari, fiecare sac secundar reprezintă cel puțin de 25% din volumul total,
- tipul 4 - structură cu mai mult decât un lob, care ia naștere direct din colul anevrismului sau lobul reprezintă o protuberanță mai mare din volumul total.

Anevrismele congenitale sunt unice, multiple sau „în oglindă”, au dimensiuni de la câțiva milimetri până la forme gigante ($>2,5\text{cm}$ în diametru). Structura anevrismelor este omogenă sau neomogenă în prezența trombusului, situat periferic sau central, și calcificărilor parietale periferice sau incluse în trombus. Anevrismul poate fi parțial sau total trombozat. Anevrismul total trombozat nu se încarcă cu substanță de contrast [5, 116].

Anevrismele dobândite apar ca dolicoartere, localizate predominant la nivelul trunchiului bazilar. La examenul CT postcontrast apar ca vase dilatate, alungite, sinuoase, iar când conțin trombi nu au priză de contrast [5].

Anevrismele se mai clasifică în două grupuri adiționale: anevrisme adevărate și false. Un anevrism adevărat cuprinde toate cele 3 straturi ale vasului: intima, media și adventicea. Cauza acestora poate fi congenitală, în urma unor infecții (anevrisme microbiene) sau din cauza modificărilor vasculare din hipertensiunea arterială. Un anevrism fals sau pseudoanevrism se caracterizează numai prin hernierea tunicii intime și este cauzat de traumatisme, disecție arterială sau modificări degenerative ale peretelui arterial [26].

Anevrismele saculare se dezvoltă ca rezultat al proceselor inflamatorii cronice [22, 24, 26, 32, 162] și degenerative ale peretelui arterial, conjugate cu efectele „turbulenței” hemodinamice [10, 17, 27, 49, 162], prezente îndeosebi la nivelul bifurcațiilor arterelor intracraniene [10, 17, 22, 27, 43]. Hipertensiunea arterială acționează, de obicei, ca factor agravant la acești bolnavi cu fond vascular precar [17, 22, 24, 26, 27]. Istoria familială de HSA este, de asemenea, un FR pentru dezvoltarea unui anevrism [17, 24, 26, 27, 59]. Drept cauze adjuvante ale degenerării pereților arteriali se menționează: uzura de vârstă, uzura de sarcină, utilizarea contraceptivelor orale, alcoolismul, abuzul de droguri, fumatul, abuzul alimentar (în special grăsimi animale), defectele de collagen, nivelul proteinelor structurale și a factorilor de creștere angiogenetici în țesuturile vasculare, anomalii de dezvoltare a arterelor poligonului

Willis și unele afecțiuni (moya-moya, rinichi polichistic, mixom cardiac) [24, 26, 27, 49, 59, 141].

Studiile privind evaluarea rolului geometriei arterelor intracraniene pentru formarea anevrismelor a constatat că bifurcațiile arterelor intracraniene cu ramuri hipoplazice și cu unghiuri mai ascuțite sunt FR pentru formarea anevrismelor [10, 17]. Studiile experimentale [17] și modelate la calculator [17, 52, 103, 154], care au evaluat hemodinamica în cazul anevrismelor intracraniene, au demonstrat că creșterea fluxului sangvin și a stresului hemodinamic asupra peretelui vascular la bifurcații și curbele arteriale duc la modificări degenerative ale peretelui arterial, la formarea, creșterea și ruperea anevrismului. S-a constatat o corelație strânsă între stresul efectiv maximal și indicele geometric al anevrismului [17, 25, 103]. Concomitent cu gradul de creșterea fluxului sangvin crește riscul de formare, creștere și rupere a anevrismului [17, 25, 154, 103].

Atât fluxul rapid de la colul anevrismal, cât și vârtejurile în anevrism sunt suficiente pentru a activa trombocitele, a face un trombus ancorat pe cupola anevrismală în cazul unui flux lent [17, 154]. Riscul de rupere a anevrismelor cerebrale este legat de proprietățile geometrice și mecanice ale peretelui arterial, precum și de dinamica vortexului de flux intraanevrismal [17, 27]. Indicatorii fizici (diametrul maximal, diametrul colului, înălțimea, volumul, suprafața, raportul isoperimetric și raportul de convexitate) și hemodinamici ai anevrismului au, posibil, un rol de prognostic pentru riscul de ruptură anevrismală [17, 79].

Există trei ipoteze a patogenezei anevrismelor: 1) defect congenital al stratului muscular, 2) modificări degenerative a laminei elastice interne și 3) combinația acestora [9, 17, 49, 115]. Variațiile anatomice cu modificări hemodinamice în poligonul Willis au un rol important în formarea anevrismelor cerebrale [17].

Anevrismele saculare reprezintă aspectul cel mai frecvent și cel mai des constituie obiectul intervențiilor chirurgicale sau endovasculare [13, 43, 64], apar la bifurcațiile arterelor mari de la baza creierului și serup, de regulă, în spațiul subarahnoidian al cisternelor bazale [43, 148]. Ruptura se produce, de obicei, la nivelul fundului sau coletului anevrismal, acolo unde solicitările hemodinamice și degenerescența parietală sunt maxime [17, 27].

Localizarea cea mai frecventă a anevrismelor cerebrale congenitale (85% din anevrismele saculare) este pe arterele de la baza creierului - pe arterele poligonului Willis [5, 22, 24, 64, 115]. Peste 85% din totalul anevrismelor apar în partea anterioară a poligonului arterial [22, 24, 40, 59, 66]. Sediile frecvente ale anevrismelor saculare cuprind joncțiunea arterei comunicante anterioare cu artera cerebrală anterioară, joncțiunea arterei comunicante posterioare

cu artera carotidă internă, bifurcația arterei cerebrale medii, capătul superior al arterei bazilare, joncțiunea arterei bazilare cu artera cerebeloasă superioară sau cu artera cerebeloasă inferioară [5, 40, 59, 66, 115, 141].

Cel mai frecvent loc de plasare a anevrismelor (30-35%) este artera comunicantă anterioară, urmată de artera carotidă internă, artera comunicantă posterioară, bifurcația carotidă și artera oftalmică (30-34%), artera cerebrală medie (22-36%) [27, 71, 122]. Circa 8-10% din anevrisme sunt situate pe partea posterioară a poligonului Willis, cel mai frecvent pe artera bazilară [27].

În cazul anevrismelor intracraniene unice, circa 40% sunt localizate pe artera carotidă internă (majoritatea lor la nivelul emergentei arterei comunicante posterioare), circa 33% - la nivelul arterei cerebrale anterioare și arterei comunicante anterioare, circa 20% - la nivelul arterei cerebrale medii (de obicei, la nivelul trifurcării) și circa 7% - la nivelul circulației posterioare cerebrale cu majoritatea la nivelul bifurcației arterei bazilare. Anevrisme multiple prezintă aproximativ 18-30% din pacienții cu anevrisme, un număr mare din care apar în locuri identice bilateral. Anevrismele multiple se găsesc de la 30% bolnavi cu HSA [27, 40, 43, 66].

Anevrismele gigante intracraniene reprezintă un grup independent de anevrisme saculare, nu numai din cauza dimensiunilor sale (peste 2,5 cm în diametru), dar și din cauza particularităților evoluției clinice, diagnosticului și complexității tratamentului neurochirurgical [38, 91, 126, 146]. Anevrismele intracraniene gigante sunt leziuni rare, dar complexe, cu caracteristici clinice adecvate și pronostic mai sărac [38, 146]. Ele constituie aproximativ 2-13% din toate anevrismele intracraniene [91].

Anevrismele gigante apar în aceleași locuri ca și anevrismele mai mici. Cele mai frecvente trei localizări sunt teritoriul arterei carotide interne intracraniene, bifurcația arterelor cerebrale medii și capătul superior al arterei bazilare. Frecvent aceste anevrisme se rup, dar pot produce simptome prin comprimarea porțiunii adiacente de creier sau a nervilor cranieni [38, 40, 66, 91, 146]. Cei mai importanți FR și rezultate nesatisfăcătoare după tratament sunt constatate la pacienții cu anevrisme gigante și cu localizarea în circulația posterioară [38, 91, 146].

Anevrismele microbiene, de obicei asimptomatice, multiple și fusiforme, sunt localizate distal de prima bifurcație a arterelor mari ale poligonului Willis. Cele mai multe sunt produse de embolii infectați din endocardita bacteriană, care determină degenerescența septică a arterelor, cu dilatație și ruptură ulterioară. Anevrismele microbiene au un risc mai mare de ruptură și sângerări fatale, comparativ cu alte anevrisme [40, 66].

Așadar, anevrismul este o dilatație arterială permanentă, circumscrisă, cu tendință de creștere, care comunică cu lumenul vasului și este delimitată de toate tunicile vasculare sau de unele dintre ele [5]. Aneurismele intracerebrale sunt consecința unui defect a peretelui arterial, în special al mediei și a laminei elastice [5, 26], pot fi congenitale (saculare), dobândite (fuziforme), cauzate de boli inflamatorii (endocardita infecțioasă subacută) sau microbiene (2-6% din aneurisme intracraniene), posttraumatice, aterosclerotice, mixomatoase sau disecante [5, 26, 32]. Aneurismele cerebrale sunt localizate cel mai frecvent (circa 70%) pe arterele părții anterioare a poligonului Willis [5, 9, 40, 66, 117].

Tabloul clinic. Aneurismele sunt simptomatice, de obicei, la persoanele cu vârsta cuprinsă între 40 și 60 de ani, cu o incidență maximă de HSA în vârsta de 55-60 de ani. Simptomele unui anevrism depind de amplasare și dimensiune, de compresia substanței cerebrale și ischemie, de re-sângerările minore de anevrism. Marea majoritate a aneurismelor mici și nerupte (95%) sunt asimptomatice până la prima ruptură [9, 26, 32, 71, 115] și sunt surprinse, de obicei incidental, de tehnicile moderne neuroimagistice efectuate pentru alte boli [9, 32, 107].

O minoritate de aneurisme sunt detectate atunci când produc simptome fie prin compresiuni a nervilor cranieni sau prin ruptură, cauzând o HSA. Simptomele prodromale pot sugera localizarea unui anevrism nerupt și creșterea progresivă a acestuia [26, 40, 66].

Aneurismul cerebral poate produce mici sângerări intermitente în spațiul subarahnoidian, așa numitele scurgeri de avertizare. Ruptura sau re-ruptura aneurismului este, de obicei, brutală, fără semne prevestitoare. Acest eveniment devine amenințător de viață pentru pacient, necesită spitalizare de urgență și tratament adecvat neurochirurgical [9, 20, 32]. Semnele clinice apoplectice ale revărsării masive de sânge se caracterizează prin apariția cefaleei brutale și inexplicabile. În 10% din cazuri, sângerarea aneurismală poate fi suficient de severă încât să producă pierderea conștiinței pentru mai multe zile. În aproximativ 45% din cazuri, cefaleea severă, deseori asociată cu efortul, este acuza care determină prezentarea bolnavului la medic [9, 32, 40, 66].

Tabloul clinic al rupturii aneurismale debutează brusc în 90% cazuri, din care 25% din pacienți se prezintă în stare de comă. Decesul poate surveni în primele ore în 36-76% cazuri, mai ales dacă este vorba despre o hemoragie cerebromeningeală. Momentul ruperii aneurismului se însoțește de vasospasm sever, uneori generalizat, al vasului afectat și determină creșterea presiunii intracraniene. În 50% din cazuri se produce o pierdere bruscă a stării de conștiință din care bolnavul își revine în câteva minute sau ore, rar se poate întinde pe o perioadă de mai multe

zile. Aceste evenimente pot fi precedate de episoade scurte de cefalee generalizată care continuă de obicei și după recăpătarea stării de conștiință. În general cefaleea cu debut brusc, asociată cu vărsături și fără o cauză aparentă trebuie să ridice suspiciunea unei HSA acute. Deși cefaleea bruscă, în absența simptomelor neurologice de focar, este semnul inechivoc al rupturii anevrismale, pot apărea deficite neurologice focale - hemipareza, afazia și abulia. Deficitele neurologice tardive sunt cauzate de re-ruptură, hidrocefalie și vazospasm cerebral [9, 32, 40, 66, 178].

Așadar, anevrismele intracerebrale se manifestă prin semne și simptome ale HSA, sindrom tumoral, ischemie/infarct cerebral prin embolie arterială cu origine în sacul anevrismal, compresia structurilor adiacente, semne de compresie a nervilor cranieni și sindrom cefalalgic [5, 9, 32, 38, 115].

Istoria naturală a anevrismelor. Predispoziția pentru dezvoltarea unui anevrism poate fi moștenită sau se poate dobândi prin îngroșarea arterelor (ateroscleroză), odată cu înaintarea în vârstă. Unii factori care contribuie la dezvoltarea unui anevrism cerebral pot fi controlați, alții nu. Următorii factori pot crește riscul formării unui anevrism [80, 115, 148, 161, 165]:

1. Antecedentele heredocolaterale familiale de AVC sau anevrism. Persoanele cu cazuri de anevrism cerebral în familie sunt supuse riscului de a avea un anevrism de 2 ori mai mult, față de cei fără antecedente heredocolaterale, și au un risc mai mare de ruptură, comparativ cu anevrismele sporadice de dimensiuni similare [26, 27, 32, 59, 106]. Anevrismele intracraniene familiale se găsesc de la 7% până la 20% dintre toți pacienții cu anevrisme [17, 72].
2. Anevrisme în antecedente patologice personale. Aproximativ 20% din pacienții care au avut un anevrism în antecedente au risc de a dezvolta ulterior altele. Persoanele, care au suferit o HSA, sunt expuse riscului de dezvoltare a unui anevrism nou - 16% din supraviețuitori dezvoltă un anevrism nou în următorii 10 ani [22, 27, 57, 64, 106].
3. Sexul - femeile sunt de 2 ori mai predispuse la dezvoltarea unui anevrism cerebral sau a unei HSA, comparativ cu bărbații [24, 27, 44]. Incidența mai mare a HSA printre femei poate fi parțial explicată prin numărul mai mare de anevrisme >5 mm în acest grup, anevrisme care au un risc mai mare de rupere [22, 27, 32, 106, 165].
4. Etnia - afroamericani sunt de 2 ori mai predispuși la anevrisme decât caucazienii [32, 57].

5. Hipertensiunea arterială este cel mai puternic FR pentru formarea anevrismului, indiferent de vârstă și sex [17, 26, 59, 80, 148].
6. Fumatul, pe lângă faptul că este un FR important pentru hipertensiunea arterială, crește riscul recidivei și riscul rupturii de anevrism [57, 59, 72, 95, 115].
7. Factorii genetici, determinanți de anevrisme și de ruptură de anevrism, sunt încă insuficient studiați [26, 27, 46, 64, 106].

Probabilitatea de formare a unui anevrism de novo este scăzută - 0,62-0,97% pe an [95, 176]. Sexul feminin și fumatul au fost FR semnificativi și independenți pentru formarea unui anevrism nou. Încetarea fumatului este foarte importantă pentru acești pacienți [17, 27, 84, 95].

În patogenia rupturii unui anevrism sunt implicați trei factori: 1) defectele parietale la nivelul coletului sau domului anevrismal, 2) hipoplazia intimei și plăcile de aterom, 3) presiunea hemodinamică exercitată pe peretele arterial (în special hipertensiunea arterială) [82, 106, 148, 156]. Riscul combinat al rupturii anevrismului în prezența HTA și fumatului a fost mai mare, decât riscurile independente ale acestor factori de risc [82]. Creșterea și localizarea anevrismului intracranian sunt, de asemenea, FR semnificativi și independenți pentru ruptura de anevrism [12, 49, 106].

Ratele mai mari de re-sângerare sunt observate în primele 6 ore după prima HSA și sunt asociate cu HTA sistolică, grad sever al scalei Hunt-Hess (III-IV), hematoame intracerebrale sau intraventriculare, anevrisme în circulația posterioară și anevrisme >10 mm în diametru [159].

Pe măsura dezvoltării, anevrismul formează un istm cu o cupolă. Lamina elastică internă arterială dispare la baza istmului. Tunica medie se subțiază, iar țesutul conjunctiv înlocuiește fibrele musculare netede [40, 66, 148]. La locul rupturii (cel mai des în cupolă) [27, 40, 66], unde peretele este subțiat, lungimea rupturii, care permite sângerarea, nu este mai mare, în cele mai multe cazuri, de 0,5 mm. Actualmente, nu există nici o posibilitate de a determina care anevrism este probabil să se rupă, însă unele studii sugerează că anevrismele mai mari de 7 mm pot justifica obliterarea chirurgicală profilactică [40, 66].

Fumatul, dimensiunea, localizarea și hemodinamica anevrismului intracranian nerupt și vârsta pacientului sunt FR importanți pentru ruptura ulterioară a anevrismelor, inclusiv a anevrismelor multiple [17, 63, 79, 81, 166]. După ajustarea pentru vârstă, grupul de anevrisme și hipertensiune arterială, fumatul și dimensiunea anevrismului intracranian nerupt sunt FR independenți pentru ruptură de anevrism [17, 49, 54, 63, 108].

Dimensiunea mai mare a anevrismului [12, 26, 27, 32, 161], forma non-sferică (eliptică sau multilobară) a anevrismului [27, 32, 106], nivelul în țesuturile vasculare a proteinelor

structurale și a factorilor de creștere angiogenetici [32], re-rupturi anevrismale în antecedente [32, 106, 161], configurare asimetrică a poligonului Willis și dezordinea hemodinamică [32], localizarea anevrismului în partea posterioară a poligonului Willis [32, 106, 161] sunt factorii cei mai consecvent asociați cu risc mai mare de ruptură [27, 32, 106], deși unele studii au sugerat un risc crescut la pacienții în vârstă, femei, fumători, hipertensivi, cu anevrisme multiple, de naționalitate finlandeză și japoneză [32, 112, 161]. Hipertensiune arterială [26, 32, 106], consumul de alcool [26, 32, 106] și fumatul sunt FR independenți pentru HSA [17, 26, 27, 32, 106].

Așadar, istoria naturală privind depistarea, ruptura și rezultatele tratamentului anevrismului sunt influențate de factorii pacientului (vârstă, sex, HSA anevrismală în antecedente), caracteristicile anevrismului (dimensiune, morfologie, localizare, gravitate tabloul clinic) și factorii de management (experiența neuroradiologului, a echipei chirurgicale și tratamentul spitalicesc) [32, 106].

Rata anuală estimată de ruptură a unui anevrism asimptomatic nerupt se încadrează în intervalul de 1-2% [31, 44, 57, 59, 74, 98]. Studiile și meta-analizele recente au constatat o rată anuală de ruptură a unui anevrism asimptomatic nerupt de circa 1% (0,5-1,4%) [49, 63, 81, 97, 122, 172]. Riscul global pentru pacienții cu un anevrism <7 mm în diametru, fără antecedente de rupere, este de aproximativ 0,1% pe an. Pentru anevrismele >10 mm în diametru, rata de creștere a rupturilor este de aproximativ 1% pe an [11].

Totodată, rezultatele unor studii sugerează o incidență mult mai mare de ruptură anevrismală în perioada inițială de conștientizare a existenței unui anevrism (47 de cazuri la 1.000 de pacienți-ani), comparativ cu incidența așteptată (0,7 cazuri la 1.000 de pacienți-ani), calculată în baza perioadei de timp și caracteristicilor anevrismului. Aceste date sunt bazate pe practica clinică și pot fi extrapolate la îngrijirea pacientului, iar incidența mare de ruptură anevrismală la pacienți care așteaptă tratament subliniază necesitatea imediată de administrare a tratamentului antihipertensiv și abandonare a fumatului [53].

Unele anevrisme sângerează la scurt timp după formare și, astfel, sunt rareori detectate ca nerupte [147]. Rata cumulativă de 5 ani de ruptură a fost de 2,6% și 14,5% pentru anevrismele situate în circulația anterioară și posterioară, respectiv [148].

Rata cumulativă de sângerare era de 10,5% la 10 ani, 23% la 20 de ani și 30,3% la 30 de ani după diagnostic pentru o perioadă de observație de 19,7 ani [81].

Analiza retrospectivă a 130 de pacienți, fără antecedente de HSA, supravegheați o perioadă medie de 8,3 ani a constatat o rată anuală de ruptură de 0% pentru anevrismele mai mici

de 10 mm în diametru, 3,3% pentru anevrismele de 10-15 mm în diametru, 5,6% pentru anevrismele de 16-25 mm în diametru și 8,9% pentru anevrismele mai mari de 25 mm în diametru. Interacțiunea dintre vârsta pacientului și mărimea anevrismului a fost un predictor mai puternic de ruptură, decât doar mărimea anevrismului, astfel încât concomitent cu vârsta crește riscul de ruptură de anevrism la o dimensiune oarecare a anevrismului [20, 26].

O analiză sistematică a 9 studii cu 3907 pacienți-ani, dar și în alt studiu de amploare cu 6697 anevrisme, care au studiat riscul de ruptură a anevrismelor intracraniene, au constatat un risc anual global de 0,95-1,9%, pentru anevrismele <5 mm - 0,34-0,36%, pentru anevrismele <10 mm - de 0,7% [122]. Riscul a fost mai mare la femei și pentru anevrismele simptomatice, >10 mm sau localizate în circulația posterioară [57]. Rata anuală de ruptură a anevrismelor depinde de dimensiunea anevrismului: pentru anevrismele de 3-4 mm - 0,36%, pentru anevrismele de 5-6 mm - 0,5%, pentru anevrismele de 7-9 mm - 1,69%, pentru anevrismele de 10-24 mm - 4,37% și pentru anevrismele ≥ 25 mm - 33,4% [122]. Anevrismele saculare nerupte mai mici de 10 mm în diametru au o probabilitate foarte mică de ruptură ulterioară [47, 122].

Vârsta (>60 de ani), hipertensiunea arterială, fumatul, istoricul de HSA, dimensiunea anevrismului (≤ 7 mm), anevrismele multiple, localizarea anevrismului (în circulația posterioară) și regiunea geografică sunt predictorii ai riscului de rupere a anevrismelor [24, 30, 32, 167, 168].

Anevrismele descoperite accidental au un risc anual de sângerare de 2-3%. Riscul chirurgical, tipic de 5% pentru mortalitate și morbiditate, este modificat de vârsta și starea medicală a pacientului. Este estimat rolul principal al exciziei chirurgicale profilactice a anevrismelor asimptomatice descoperite incidental, ca și al altor leziuni cu risc de sângerare [40, 66].

Reieșind din cele expuse, anterior se credea că orice anevrism intracranian se caracterizează printr-un risc ridicat de rupere - 1-2% pe an [24, 31, 98]. Până la apariția microspiralelor, pentru evitarea ruperii anevrismului în majoritatea cazurilor se efectua cliparea chirurgicală. Dar, după publicarea în anul 1998, a rezultatelor studiului retrospectiv ISUIA, realizat timp de 7,5 ani pe 2621 de pacienți în 53 de instituții medicale din SUA, Canada și Europa, percepția tradițională a riscului de ruptură anevrismală s-a schimbat. Rata anuală cumulativă de ruptură a anevrismelor mai mici de 10 mm în diametru la diagnosticare a fost mai mică de 0,05% la pacienții fără rupturi în antecedente și de 0,5% la pacienții cu rupturi anterioare. În cazul anevrismelor cu diametrul la diagnosticare de 10 mm sau mai mult acest parametru alcătuia circa 1% pe an în ambele grupuri, dar în primul grup rata de ruptură a fost de 6% în primul an pentru anevrismele gigante (>25 mm în diametru) [26, 44].

Acest studiu a evaluat și rata cumulativă de ruptură a anevrismelor la pacienții fără HSA în antecedente pe o perioadă de 5 ani în funcție de dimensiunea anevrismului. Ruptura anevrismelor, situate pe artera carotidă internă, artera comunicarea anterioară, artera cerebrală anterioară sau artera cerebrală medie, alcătuia 0%, 2,6%, 14,5% și 40% pentru anevrisme < 7 mm, de 7-12 mm, de 13-24 mm și ≥ 25 mm, respectiv. Rata rupturii anevrismelor de aceeași dimensiune, situate în circulația posterioară și artera comunicantă posterioară, era de 2,5%, 14,5%, 18,4% și 50%, respectiv [44, 64, 161]. Rata anuală de ruptură a anevrismului a fost de 0,7% [115, 161].

Așadar, datele privind riscul de ruptură a anevrismelor variază considerabil în funcție de studiu, metodele de cercetare, populația evaluată și caracteristicile anevrismului. Dacă sunt luate în considerație toate dovezile disponibile privind supraestimarea și subestimarea, la adulții fără FR pentru HSA anevrisme se găsesc în aproximativ 2% cazuri, în marea majoritate de dimensiuni mici (≤ 10 mm) cu un risc anual de ruptură de aproximativ 0,7%.

Ruptura unui anevrism sacular intracranian este cea mai frecventă cauză de HSA [32, 40, 66, 100]. Cele mai multe anevrisme saculare dau HSA fără avertisment. În general, anevrismul rupt este cauza HSA în 80-90% din cazuri, în circa 10% din cazuri de HSA cauza este non-anevrismală și în circa 5% cazuri - o varietate de condiții rare [72, 115, 148, 172].

Incidența anuală a HSA este stabilă și constituie aproximativ 6-10 cazuri la 100.000 populație [24, 140] cu indicatorul maxim în deceniul al șaselea de viață [32]. Conform datelor studiului multinațional WHO MONICA Stroke Study, incidența anuală a HSA prin ruptură de anevrism, standardizată după vârstă, constituie de la 2,0 până la 22,5 cazuri la 100.000 populație în China și Finlanda, respectiv [32].

O meta-analiză, care a evaluat 51 de studii din 21 de țări, a constatat o incidență globală anuală a HSA de aproximativ 9 cazuri la 100.000 populație. Ratele sunt mai mari în Japonia (22,7 cazuri) și Finlanda (19,7 cazuri), mai mici în America de Sud și America Centrală (4,2 cazuri) și în alte regiuni (9,1 cazuri) [32]. Acest indicator crește odată cu vârsta. Incidența HSA la femei a fost de 1,24-1,6 ori mai mare decât la bărbați [32, 81] și această diferență de gen începe la vârsta de 55 de ani și crește ulterior [32]. Între anii 1950 și 2005, incidența HSA a scăzut cu 0,6% anual, declinul în ultimii 45 de ani fiind relativ moderat, comparativ cu cel de AVC în general [81]. Această reducere este, probabil, din cauza unei schimbări în profilul FR în populația generală [32, 81].

Complicațiile imediate ale HSA de origine anevrismală în perioada acută sunt diverse, dar cele mai importante au fost raportate: re-ruptura anevrismului cu re-sângerare (prima cauză

de mortalitate) [24, 32, 100, 115], hidrocefalia acută [24, 32], vazospasmul (și consecința imediată a acestuia - dereglările de perfuzie: ischemia cerebrală, infarctul cerebral și hiperperfuzia) [24, 32, 51, 100], hipovolemia [24, 32], tulburările cardiace (aritmii), tulburările hidroelectrolitice (hiponatremia), crizele epileptice etc. [24, 32, 51].

HSA adesea recidivează din cauza re-rupturii anevrismului. Re-ruptura anevrismului se stabilește prin tabloul clinic, AngioCT, IRM, intraoperator sau postmortem la necropsie [32, 50].

Rata re-sângerării în primele 24 de ore este de 0,8%, rata zilnică de re-sângerare pe parcursul primelor două săptămâni variază de la 0,2% la 2,1%, iar riscul maxim al recidivei de hemoragie este între ziua a 4-a și ziua a 9-a [131, 152]. Ratele anuale de re-sângerări variază de la 0% până la 0,5% în primii 9 ani după tratamentul endovascular [131]. Conform rezultatelor altor studii, în 2-17% din cazuri reapar sângerări în primele 24 de ore, 40-87% din cazurile de re-sângerare precoce apar în primele 6 ore și 15-20% - în primele două săptămâni după ruptura inițială [32, 152].

Hidrocefalia acută apare la 15-87% dintre pacienții cu HSA, poate produce stupor și comă. Mai des, hidrocefalia subacută într-un interval de câteva zile sau câteva săptămâni produce somnolență progresivă sau abulie cu incontinență. Hidrocefalia cronică poate apărea la câteva săptămâni sau luni după HSA și se poate manifesta cu dificultăți de mers, incontinență sau lentoare mentală (abulie) [32, 40, 66].

Vazospasmul la baza creierului apare regulat după HSA la aproximativ 30% dintre pacienți, poate implica întreg sistemul arterial al poligonului Willis până la segmentele vaselor distale și este cauza majoră a morbidității tardive sau decesului [32, 40, 66]. Semnele de ischemie, de obicei, apar la 4-azi de la ruptură, sunt maxime către ziua a 7-a, tind să se rezolve către ziua a 14-a, dar pot persista și mai mult timp [32, 40, 66, 100]. Deși mecanismul exact este neclar, vazospasmul cerebral pare a fi legat de prezența sângelui coagulat și a produșilor de liză în jurul unei artere. Vazospasmul cerebral sever simptomatic prezintă semne tipice legate de teritoriile arteriale specifice implicate [40, 66].

Așadar, cu cât este mai mare dimensiunea anevrismului cu atât este mai mare riscul de ruptură inițială, cu cât este mai severă HSA inițială cu atât este mai mare riscul de re-ruptură anevrismală.

Gravitatea deosebită a rupturilor de anevrism este ilustrată de mortalitate, cauzată în marea majoritate de HSA - de la 19,4% până la 67% din pacienți în prima lună, în principal din cauza re-rupturii [32, 40, 66, 140, 148, 172]. Rata de mortalitate scade cu 0,5% pe an, iar după

ajustarea pentru vârstă și sex declinul este mai abrupt - 0,9% pe an [32]. În anul 2010, comparativ cu anul 1980, mortalitatea prin HSA în termeni absoluți s-a redus cu 17% [32, 139].

Potrivit datelor studiilor populaționale recent publicate, rata de mortalitate a HSA la 1 lună, indicator care se reduce anual, rămâne considerabilă -30-40%. Circa 8-12%, iar conform studiilor mai recente - 10-20%, dintre pacienții cu HSA decedează subit înainte de a primi îngrijire medicală, circa 27% din pacienții cu HSA internați decedează în prima săptămână și circa 38-40% - în prima lună de la eveniment. Cauza decesului în circa 90% dintre pacienții decedați în primele 72 de ore este hematumul intracranian (intracerebral, intracerebelar sau subdural) [32].

Conform datelor unui studiu, la zece ani după ruptura de anevrism 63,9% dintre pacienți erau în viață. Din pacienții care supraviețuiesc, circa 50% prezintă deficiențe neurologice majore, din pacienții care supraviețuiesc cu statut independent funcțional 2/3 au o reducere a calității vieții, iar rata anuală de re-sângerări, în cazul anevrismelor non-obstruante, este de 3% [32, 40, 66, 153].

Re-sângerarea anevrismală este asociată cu o mortalitate de 60%, care se poate ridica timp de 6 luni până la 70-74%, cu rezultate slabe ale tratamentului medical [40, 66].

În astfel de condiții, intervenția chirurgicală timpurie nu numai că elimină riscul de morbiditate și mortalitate, dar îmbunătățește supraviețuirea, iar calitatea vieții supraviețuitorilor este semnificativ mai bună [32, 40, 66]. Totodată, doar 60% din totalul pacienților cu HSA pot, cel puțin teoretic, beneficia de tratament chirurgical. Toate rupturile după tratament apar în cazul anevrismelor rupte anterior [32].

Așadar, mortalitatea prin HSA în prima lună după ruptura anevrismului variază de la 25% până la 67%, inclusiv 8-12% dintre pacienți decedează înainte de a primi asistență medicală. Din pacienții care supraviețuiesc, circa 50% prezintă deficiențe neurologice majore. Re-sângerarea anevrismală este asociată cu o mortalitate de 60%, iar supraviețuirea pe termen lung nu depășește 10-20% [32, 148].

Pronosticul final al bolnavilor cu HSA este strâns legat de starea neurologică imediată consecutivă rupturii, severitatea căreia este determinată în conformitate cu scalele de gradare a stării evolutive [32]. Prima scală de acest fel a fost elaborată de Botterell E. și colaboratorii în 1956. Simplificarea ei în 1968 de către Hunt W. și Hess R. a făcut ca aceasta să fie și azi utilizată în majoritatea studiilor, în ciuda apariției ulterioare a altor modificări ale acesteia [32, 115].

Scala Hunt și Hess este una dintre primele scale coerente, suficient de simplă și reproductibilă, cu valoare prognostică dovedită în decursul timpului. Din aceste motive, și acum,

peste 40 de ani de la elaborare, este în continuare cea mai des folosită scală de gradare clinică a pacienților cu HSA [32, 115].

1.3. Tehnici de diagnostic ale anevrismelor cerebrale

Diagnosticul anevrismelor cerebrale se face prin tehnici imagistice. Marea majoritate a anevrismelor cerebrale nerupte sunt asimptomatice și sunt frecvent descoperite în timpul investigațiilor neuroradiologice pentru alte boli [5, 32, 107].

Examenul radiologic standard. Pe o radiografie craniană, se pot evidenția calcificările parietale anevrismale și eroziunile osoase adiacente leziunii. Mult timp radiografia cerebrală standard a fost o investigație de rutină a pacienților cu afecțiuni neurologice, dar de la apariția metodelor de diagnostic moderne aceasta și-a pierdut din utilitate [5].

Prima investigație paraclinică obligatorie, care se face unui pacient suspectat de HSA, este examenul **CT craniocerebral**, care decelează ușor prezența sângelui în cisternele arahnoidiene ale bazei creierului și în parenchimul cerebral (figura 1.2) [14, 32, 64, 115, 121]. Investigația este pozitivă în 95-100% din cazuri în prima zi după sângerare în funcție de generația de scanere CT [32, 64, 115]. Imaginile CT nu relevă toate leziunile postoperatorii la pacienții care au suferit intervenții chirurgicale precoce pentru HSA, leziuni care ar putea fi vizibile pe imagini cu RM [32].

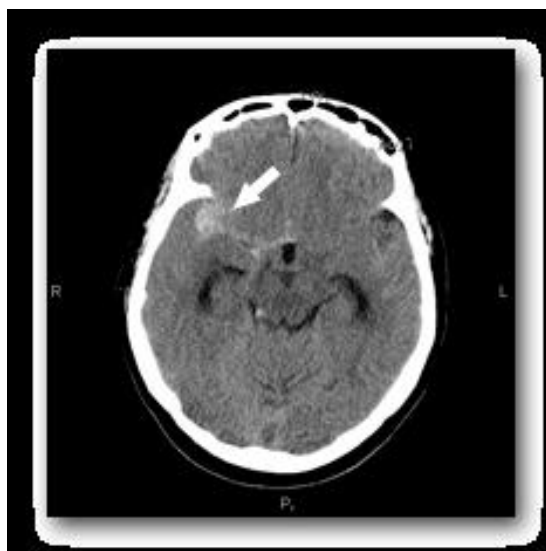


Figura 1.2. Computer tomografie cerebrală: HSA de vale Sylviana dreapta (săgeata), sugestivă pentru anevrism de arteră cerebrală medie [http://www.farmamed.ro/enciclopedie_medicala/afectiuni_neurologice/index-3.html]

Puncția lombară, efectuată în absența serviciului CT sau în cazul rezultatelor CT normale, persistența simptomelor la pacient și suspiciune clinică ridicată, confirmă diagnosticul de HSA [32, 40, 66, 115, 121].

Diagnosticul de anevrism intracranian este confirmat numai de **angiografia cerebrală**, care rămâne examenul neuroradiologic de elecție în cazul unei HSA, deoarece pune cel mai bine în evidență mărimea, configurația și localizarea exactă a anevrismului, plasarea și particularitățile coletului anevrismal, relația anevrismului cu vasele adiacente [32].

Angiografia cerebrală este o tehnică ce a evoluat în timp, actualmente fiind relativ sigură și foarte valoroasă. Această tehnică pune un diagnostic de precizie al anevrismului, numărului și localizării acestora, permite efectuarea bilanțului preoperator și urmărirea evoluției în timp a leziunii [5, 32, 141].

Angiografia cerebrală clasică (figura 1.3), deși este mai invazivă și presupune mai multe riscuri decât celelalte investigații, este cea mai bună metodă de a localiza anevrismele cerebrale mai mici de 5 mm [32, 115]. Cateterismul retrograd, substrația digitală a imaginilor angiografice și utilizarea mediilor de contrast non-ionice au crescut substanțial tolerabilitatea angiografiei și au îmbunătățit în aceeași măsură calitatea informației [127].



Figura 1.3. A - Imagine preoperatorie angiografică a unui anevrism nerupt al arterei comunicante anterioare. B - Imagine postoperatorie angiografică, în care se observă ocluzia completă a anevrismului de arteră comunicantă anterioară prin aplicarea unui clip [http://www.viata-medicala.ro/Anevrismele-intracraniene-nerupte.html*articleID_6059-dArt.html]

ASD este o metodă invazivă, asociată cu radiații, consumatoare de timp și necesită injectare de contrast. ASD se folosește ca diagnostic standard pentru detecția și caracterizarea anevrismelor intracraniene și este obligatorie („standardul de aur”) în HSA, opacifiază întregul cerc Willis, localizează, arată forma și geometria anevrismelor, determină prezența malformației

asociate, stabilește situația circulației colaterale și evidențiază gradul vazospasmului [64, 109, 121, 129, 132, 133]. Metoda este necesară la pacienții cu antecedente de HSA când rezultatele CT sunt negative [32, 76, 115, 144, 178]. Combinarea AngioCT și ASD s-a dovedit a fi abordarea de diagnostic cea mai rentabilă [115, 144].

Un real progres a fost făcut prin introducerea **angiografiei clasice/convenționale rotaționale computerizate 3D**, care a generat imagini tridimensionale cu rezoluție izotropică prin reconstrucție [14, 32, 64, 127, 175]. Ulterior s-au făcut progrese, în special în creșterea vitezei în transferul de date și postprocesare [127].

Angiografia rotațională 3D completează imaginile ASD, înlăturând parțial dezavantajul suprapunerii structurilor din proiecția plană și ameliorând imaginea 3D a relațiilor dintre anevrism și ramurile arterelor adiacente. Metoda detectează anevrismele nediagnosticate prin ASD, îndeosebi anevrismele rupte și anevrismele mici adiționale (<3 mm), descrie mai exact detaliile anatomice ale colului și sacului anevrismal și delimitează mai exact anevrismul de vasele adiacente. Aceste elemente sunt importante pentru selectarea și planificarea tehnicii de tratament (chirurgical sau endovascular), a frecvenței și duratei supravegherii imagistice a pacienților. Angiografia rotațională 3D în asociere cu ASD permite diagnosticarea mai multor anevrisme decât doar ASD [32, 64, 71, 175].

Angiografia convențională cu cateter, care include ASD intraarterială și angiografia rotațională 3D, a fost mult timp folosită și rămâne încă „standardul de aur” pentru diagnosticarea anevrismelor cerebrale și HSA [109, 127, 144].

AngioCT este o metodă exactă de evaluare a vaselor, folosește o combinație între CT, tehnici speciale computerizate și injectarea de substanță de contrast cu obținerea imaginii vaselor sangvine [32, 37, 45, 78, 115].

AngioCT unidetector nu poate evalua teritorii vasculare întinse, nu vizualizează anevrismele sub 3 mm, necesită un timp relativ mare, fapt contraindicat în situațiile acute de HSA, necesită o cantitate mare de substanță de contrast, ceea ce face dificil efectuarea în continuare a ASD și a tratamentului endovascular [121, 133].

AngioCT multidetector reduce mult timpul de achiziție a imaginilor, crește mult calitatea imaginii și rezoluția spațială 3D [32, 121, 172], delimitează vasele din jurul anevrismului, evidențiază relația dintre anevrism și baza craniului, prestează informații cu privire la calcificare și tromboză [99, 121, 172]. În detectarea anevrismelor intracraniene, AngioCT are o sensibilitate de 92,8-100,0% și o specificitate de 83-100% în funcție de mărimea și localizarea anevrismului, tipul de populație studiată, performanța utilajului și experiența

neuroradiologului [64, 109, 115, 117, 141, 178]. Printre persoanele cu aneurisme rupte, AngioCT are o sensibilitate de 95,2% și o specificitate de 97,2% [111]. Pentru aneurismele ≤ 3 mm această tehnică are o sensibilitate mai mică – de 64-74,1% [141], pentru aneurismele de 2 mm – de 50-53%, iar pentru aneurismele de 7 mm sensibilitatea este de 95% [117].

CT cu multiple proiecții este o metodă promițătoare și tot mai mult aplicată în estimarea imagistică non-invazivă a vascularizației intracraniene, metodă comparabilă cu tehnica standard de ARM [50, 56, 67, 170]. Una din proceduri, AngioCT-3D a fost raportată a fi mai avantajoasă pentru diagnosticul aneurismelor [109]. AngioCT-3D este capabilă să caracterizeze complet aneurismul, iar achiziția și prelucrarea imaginilor pot fi efectuate rapid pe scanerile CT clinice și dispozitivele de procesare a imaginii. Imaginile AngioCT reprezintă un suport important pentru selectarea și planificarea tratamentului [45, 61].

AngioCT-3D permite obținerea imaginilor în toate direcțiile, într-o multitudine de proiecții, la 360°, permite vizualizarea excelentă atât a aneurismului, colului aneurismal, relației aneurismului cu artera donatoare și a aneurismului cu colul aneurismal, cât și a structurilor osoase adiacente. Această tehnică are un rol important în evaluarea aneurismelor dificile, un rol cheie în investigarea și screening-ul pacienților cu risc crescut de ruptură și continuă să se dezvolte odată cu apariția scanerelor CT mai rapide [102].

AngioCT-3D, posedând o importantă valoare de diagnostic, oferă informații spațiale pentru a stabili raportul dintre vasul donator și sacul aneurismal. Principalele avantaje ale AngioCT-3D sunt: 1) invazivitate redusă, deoarece este necesară doar o injecție intravenoasă cu agent de contrast, 2) achiziție ușoară și rapidă (2-3 minute pentru CT non-spiralat și sub un minut cu un CT spiralat), 3) rezoluție spațială înaltă, obținerea imaginii digitalizate tridimensionale a vaselor cerebrale, construite în baza multiplelor proiecții, 4) evidențiere bună a plăcilor calcificate, 5) datorită simplității, examinarea poate fi efectuată la pacienții gravi și în situații de urgență (de exemplu, la pacienții cu HSA, în cazul în care CT simplu este pozitiv pentru HSA), 6) absența artefactelor cauzate de fluxul sangvin, 7) costuri mai mici a substanței de contrast (comparativ cu IRM) și 8) posibilitatea de examinare a pacienților cu contraindicații pentru IRM [60].

Imaginea AngioCT-3D, reconstruită în doar câteva minute, poate fi rotită și evaluată localizarea vaselor în raport cu structurile creierului și baza craniului. Comparativ cu ARM, metoda permite obținerea detaliilor mai importante pentru planificarea chirurgicală (dimensiuni, orientarea și forma sacului și colului aneurismal, relațiile anatomice ale aneurismului, starea arterelor adiacente, existența și extinderea vazospasmului) [60, 99].

Conform opiniei mai multor autori, AngioCT-3D este mai eficientă în diagnosticul anevrismelor arteriale, comparativ cu ARM, depășește ARM și ASD în diagnosticul anevrismelor arteriale mici (cu diametrul 3-10 mm) și gigante (mai mari de 25 mm în diametru) [91].

ARM, asemănătoare cu AngioCT, folosește un câmp magnetic și frecvențe radio pentru a reprezenta vasele din organism. Ca în AngioCT și angiografia cerebrală, este folosită o substanță de contrast pentru a evidenția mai bine vasele sangvine. ARM este indicată în evaluarea arterelor din cadrul poligonului Willis și a arterelor carotide în segmentul latero-cervical, pune în evidență obstrucția vasculară prin analiza semnalului vascular și leziunile vasculare asociate: aneurisme, MAV etc. [14, 32, 64, 78, 115, 125].

Conform unor studii recente, ARM crește în valoarea diagnostică a anevrismelor intracraniene mai mari de 3 mm, arată o sensibilitate mare (87-100,0%) și o specificitate mare (86-100,0%) [141, 145].

În prezent există două metode convenționale de angiografie prin RM: "time of flight" și "phase-contrast", care pot fi 2D sau 3D, și care au la bază tehnicile gradient-echo. Cele două metode ale angiografiei prin RM scot în evidență dependența semnalului IRM de fenomenul de flux sangvin: spinii staționari sunt suprimați, cei aflați în mișcare apar cu hipersemnal. Există avantaje și dezavantaje în folosirea AngioCT față de angiografia prin RM. Pacienții cu contraindicații tipice pentru IRM (clipuri feromagnetice, pacemakeri, claustrofobie) beneficiază de AngioCT. AngioCT este mai sensibilă în studiul leziunilor vasculare cerebrale la pacienții cu un output cardiac scăzut. Artefactele vizibile în MAV cerebrale gigante la angiografia prin RM nu sunt vizibile pe AngioCT. AngioCT nu poate fi folosită în urmărirea pacienților cu MAV cerebrale tratate endovascular la care angiografia prin RM ("time of flight") este tehnica de elecție [128].

Comparativ cu AngioCT-3D și angiografia clasică, ARM prezintă următoarele avantaje: diagnosticul anevrismului cerebral din apropierea bazei craniene, interferența structurilor osoase fiind exclusă, efectuarea procedurii la pacienții predispuși alergiei cu substanțe de contrast, la pacienții cu insuficiență renală și această tehnică nu presupune expunerea pacientului la raze ionizante [14, 64, 129, 144, 145].

Așadar, sensibilitatea AngioCT este comparabilă și poate fi folosită ca o alternativă la ASD [67, 109, 170]. Nu există nici o diferență semnificativă în performanța diagnostică a celor două tehnici non-invazive (AngioCT-3D și ARM) [50, 170], doar în unele cazuri AngioCT-3D este superioară ARM. AngioCT-3D și ARM au o sensibilitate limitată în detectarea anevrismelor

mici, dar AngioCT-3D poate diagnostica mult mai bine aneurismele mai mici de 3 mm [76]. ARM poate diagnostica mai bine ramurile vaselor care cresc din sacul anevrismal [56]. Posibil că aceste diferențe sunt determinate de performanța aparatelor de CT și RM, aplicate în diferite studii. Ultimele decenii AngioCT a devenit extrem de sensibilă în detectarea aneurismelor mici, aneurismelor nerupte și rupte [76].

Conform opiniei altor autori, AngioCT-3D are potențial în detectarea și evaluarea morfologiei aneurismelor la pacienții cu HSA acută, comparativ cu ASD. Utilizarea imaginilor AngioCT-3D de înaltă calitate poate înlocui angiografia convențională în diagnosticul aneurismelor rupte cu HSA [83].

AngioCT multislice cu 16-320 canale este o tehnică de imagistică non-invazivă și exactă pentru detectarea și caracterizarea aneurismelor intracraniene cu o capacitate de diagnosticare mare și are potențial de a înlocui, în majoritatea cazurilor, ASD [18, 32, 61, 117]. În pofida progreselor sale tehnice, AngioCT multislice cu 16 canale posedă o sensibilitate de detecție a aneurismelor mai mici de 5 mm, o siguranță intraoperatorie mai mare și o achiziție a imaginii într-un minut sau chiar mai puțin, însă are o sensibilitate limitată în depistarea aneurismelor mai mici de 3 mm [18, 32, 117]. AngioCT multislice cu detector de 64-320 de rânduri, prin creșterea vitezei de scanare, acoperirii volumetrice și rezoluției spațiale, este excelentă în detectarea și delimitarea aneurismelor intracraniene, inclusiv aneurismelor mici (<3 mm) și rupte [67, 110, 127, 155, 170].

De regulă, tehnica imagistică de prima linie pentru diagnosticul unui aneurism cerebral (rupt sau nerupt) este AngioCT sau ARM, care au riscuri minime asociate. Angiografia cerebrală prin cateterizare este cea mai efektivă metodă în diagnosticul aneurismelor cerebrale, dar, fiind o metodă invazivă și însoțită deseori de complicații, este efectuată în toate cazurile când alte cercetări oferă informații dubioase sau când cauza HSA rămâne nediagnosticată la AngioCT.

Cel mai frecvent în practica clinică sunt utilizați următorii algoritmi de reconstrucție. RMP este prima metodă la începutul evaluării rezultatelor AngioCT pentru confirmarea unui aneurism și pentru a crea secțiuni coronale, axiale, sagitale sau oblice. RMP poate fi combinată cu PIM, algoritm pentru vizualizarea pixelilor cu luminozitate maximă, care, cu toate acestea, are o utilitate limitată în AngioCT, datorită atenuării mai mari a craniului, comparativ cu arterele intracraniene. Cu PIM aneurismele mici pot fi ratate, așa cum ele sunt mascate de semnalele vaselor donatoare în același plan bidimensional. RMP poate fi combinată și cu tehnica STS pentru vizualizarea secțiunilor cu grosimi variabile [42, 115, 150].

Tehnica displeului cu suprafața umbrită și RV-3D sunt mai puțin simple decât PIM și cer utilizatorului să definească praguri pentru selectarea de voxel pe baza unităților Hounsfield. Tehnica de RV-3D utilizează toate voxelurile într-un volum pentru a evita pierderea de informații, tipică pentru tehnicile PIM și displeului cu suprafața umbrită [42, 150].

Deoarece structurile osoase fac obscure aneurismele, PIM a fost prima imagine obținută automat prin aplicația pentru eliminarea osului fără postprocesare manuală. Eliminarea selectivă a structurilor osoase poate îmbunătăți interpretarea aneurismelor intracerebrale [70].

AngioCT-3D cu subtracție, efectuată pe un multidetector, este un instrument de diagnostic corect și promițător care pare a fi echivalent cu ASD pentru detectarea și programarea tratamentului aneurismelor intracraniene. Tehnica reduce timpul de citire și îmbunătățește delimitarea vaselor, crește rata de detecție a aneurismelor cerebrale [70].

Deși termenul „reconstrucția imaginii” este frecvent utilizat în loc de „reformatarea imaginii”, trebuie de avut în vedere că reconstrucția imaginii este procedura care transformă datele brute obținute în imagini CT. Cu tehnici de proiecție, imaginea reformatată este ceea ce observatorul dorește să vadă și să studieze bidimensional prin intermediul volumului. Cu aceasta tehnica, imaginile AngioCT sunt afișate bidimensional în planuri ortogonale sau arbitrare (RMP) cu posibilitatea adăugării algoritmilor PIM pentru a evidenția structurile vasculare opacificate care cu os prezintă pixeli cu luminozitate maximă. În plus, pentru a îmbunătăți vizualizarea structurilor vasculare, poate fi folosită tehnica STS pentru a selecta grupuri de voxel de diferite grosimi de includere sau excluderea acestora din imagine și pentru a îmbunătăți evaluarea structurii studiate prin reducerea interferenței parțiale de volum și suprapunerea altor structuri [141, 150].

Cu tehnica RV-3D, valorile densității imaginii CT sunt atribuite cu proprietăți, cum ar fi vizibilitatea sau non-vizibilitatea, transparența sau culorile pentru reprezentarea diferitor structuri anatomice. Astfel, imaginea reformatată este ceea ce observatorul ar vrea să vadă tridimensional din punctul său de vedere dacă volumul ca și cum ar fi iluminat de o sursă externă de lumină, permițând ca vasele să fie vizualizate prin intermediul structurilor invizibile mai mult sau mai puțin transparente [150].

Deoarece atribuirea proprietăților de vizibilitate, culoare și transparență voxel este predefinită în diferite stații de lucru, pe baza protocolului de examinare și regiunea anatomică examinată, cu o marjă de modificare a parametrilor de către operator, rezultatele obținute depind de variabilitatea stației de lucru utilizată și gradul de formare a operatorului, în contrast cu imaginile obținute cu tehnici de proiecție [150].

Există puține studii care compară diferite procedee a unei și aceleași tehnici în depistarea anevrismelor cerebrale. Astfel de studii s-au efectuat pentru evaluarea toracelui, vascularizației rinichiului, la donatorii de ficat, în stenoza arterei carotide. Unele studii au comparat STS-RMP, STS-PIM și RV-3D a AngioCT multislice în evaluarea vaselor cervicocraniene [42, 150].

Imaginile PIM au fost semnificativ superioare imaginilor RMP pentru toți parametrii examinați ($p < 0,05$). Imaginile oblic-coronale ale RV-3D au fost semnificativ superioare imaginilor similare ale PIM în evaluarea vaselor vertebrobazilare ($p < 0,05$). În toate celelalte cazuri, imaginile RV-3D au fost echivalente cu imaginile PIM [42, 150].

Pentru detectarea anevrismelor cerebrale tehnica displeului cu suprafața umbrită oferă precizie de diagnostic mai mare decât PIM. Imaginile obținute cu tehnica RV-3D sunt utile în evaluarea anevrismelor ca o metodă de nivelului doi de evaluare și trebuie utilizată împreună cu imaginile STS-PIM [150].

Așadar, imaginile PIM trebuie să fie tehnica primară de reconstrucție a AngioCT pentru estimarea arterelor cervicocraniene în plus la vizualizarea imaginilor sursei. Imaginile RV-3D pot avea un rol important, după un diagnostic previzional efectuat pe imaginile PIM [150].

Sistemele de neuronavigare au fost dezvoltate pentru ghidarea intervențiilor neurochirurgicale, suportul în localizarea exactă și vizualizarea mai bună a tumorilor cerebrale și anomaliilor vasculare, prevenirea deteriorării structurilor vitale cerebrale. Neuronavigarea a fost utilizată, în principal, pentru biopsia creierului și rezecția tumorilor cerebrale. În ultimele decenii, metoda este utilizată în chirurgia vasculară, inclusiv în tratamentul endovascular [85, 86, 90].

Sistemele de neuronavigare creează o legătură între datele de imagine digitală și structura anatomică și, prin urmare, oferă o creștere de orientare 3D. Sistemele de neuronavigare contemporană oferă o precizie de aproximativ 2 mm [86, 90].

În neurochirurgia modernă utilitățile clinice principale ale neuronavigării sunt: localizarea leziunilor mici intracraniene, chirurgia la baza craniului, localizarea exactă a structurilor anatomice importante, biopsii intracerebrale, endoscopie intracraniană, neurochirurgia funcțională și navigația spinală [85, 86].

Neuronavigarea 3D a anatomiei vasului și anevrismului, generată de autosegmentarea setului AngioCT de date și ajustată la vizualizarea chirurgicală, este de ajutor în timpul tratamentului. Chirurgul poate roti imaginea pentru a localiza cu acuratețe anevrismul, a crește vizualizarea leziunii, a înțelege geometria complexului arteră-anevrism, a înțelege anatomia ramificațiilor, a limita deschiderea cisternelor, a vizualiza structurile ascunse, a evalua proiecția

domului anevrismal și a adapta abordarea de tratament. În cazul anevrismelor foarte mici sau situate în imediata apropiere de baza craniului, așteptările neurochirurgului nu au fost îndeplinite. Un rezultat favorabil a fost realizat în 91% din cazuri [86, 142].

Tendențele contemporane ale sistemelor de neuronavigare este integrarea intraoperatorie cu CT, IRM, ultrasonografia 3D și sisteme robotizate endovascular [85, 86, 90, 132].

Așadar, în pofida unor limitări în aplicarea clinică, inclusiv costul mare, sistemul de neuronavigare 3D este considerat util pentru medici și pacienți. Această tehnică este rentabilă, are potențial de a îmbunătăți rezultatele operatorii prin reducerea traumei chirurgicale, evitarea complicațiilor intraoperatorii și reducerea riscului morbidității neurologice [86, 142].

1.4. Metodele de tratament ale anevrismelor cerebrale

Actualmente există trei opțiuni de tratament a pacienților cu anevrisme intracraniene: supraveghere în dinamică, intervenție chirurgicală cu cliparea anevrismului și ocluzie(embolizare) endovasculară a anevrismului [7, 33, 74, 106, 115].

Decizia de tratament a unui anevrism depinde de morfologia anevrismului (dimensiunea, particularitățile anatomice și relația anevrism-vas), numărul anevrismelor, vârsta și preferințele pacientului, comorbiditățile pacientului, condițiile neurologice și medicale [6, 28, 41, 89, 149]. Selectarea strategiei optime de tratament rămâne deosebit de dificilă la pacienții vârstnici, la care este extrem de dificil de prezis speranța de viață individuală, riscul intervenției chirurgicale și riscul de ruptură a anevrismului [35, 98].

Tratamentul chirurgical al anevrismului nerupt (cliparea) are rezultat bun [112, 149], previne hemoragia la 1 an și conferă un beneficiu de supraviețuire la pacienții cu vârsta sub 50 de ani [112], este asociat cu un declin postoperatoriu mai mic al scorului GCS comparativ cu tratamentul endovascular [16]. În general, rata de mortalitate este sub 4%, iar rata de morbiditate - variază de la 3% până la 7% [9, 94]. Rata de mortalitate la 1 an este de 15,6% (de la 4,7% până la 21,4%) pentru pacienții cu anevrisme rupte și de 2,7% (de la 0% până la 5,6%) pentru pacienții cu anevrisme nerupte [105].

Un studiu de amploare care a evaluat tratamentul anevrismelor intracraniene nerupte a demonstrat o rată de mortalitate perioperatorie (30 de zile) de 2,3% pentru cliparea neurochirurgicală și 1,1-1,4% pentru tratamentul endovascular [13, 55], o rată de mortalitate peste 7 ani (interval 4-12 ani) de la intervenție de 15,6% pentru cliparea neurochirurgicală și 16,2% pentru tratamentul endovascular [55]. Evaluarea tratamentului anevrismelor intracraniene

rupte a demonstrat un risc de morbiditate și mortalitate la un 1 an de 12,6% pentru cliparea neurochirurgicală și 9,8% pentru tratamentul endovascular [11]. Aceste riscuri variază în funcție de vârsta pacientului și localizarea anevrismului [11, 112].

Următoarele tipuri de intervenție chirurgicală pot trata anevrisme rupte și nerupte [3].

Microembolizarea endovasculară a anevrismelor este o metodă adoptată relativ recent și constă în obstruarea (trombozarea) anevrismului nerupt sau rupt prin introducerea balonașelor, spiralelor metalice detașabile, adezivilor biologici, stenturilor [1, 48, 69, 119, 130, 136] sau altor materiale embolizante sub control radiologic cu excluderea anevrismului din circulația cerebrală [64, 101, 115, 118, 148]. Perfecționarea tehnologiei actuale a microcateterelor și a materialelor utilizate pentru embolizare endovasculară, concomitent cu creșterea profesionalismului chirurgilor, a contribuit la o avansare rapidă a tehnologiei, intervenirea pe vase de calibru extrem de mic, localizate în structuri cerebrale profunde, detectarea cât mai precoce a anevrismelor asimptomatice, creșterea numărului de pacienți tratați prin această metodă și scăderea ratelor de complicații asociate cu tratamentul [22, 106, 112, 123, 124].

Procedura este mai puțin invazivă și se consideră a fi mai sigură decât clamparea chirurgicală, inclusiv și pentru anevrisme mari și gigante, însă, are și dezavantaje majore: recanalizarea (5-39%) [13, 21, 28, 148, 151], riscul tromboemboliei sau complicațiilor ischemice (4,1-9,6% determinate clinic) [28, 101, 115, 148, 158] și 51% determinate radiografic [48], riscul ruperii anevrismului în timpul intervenției (1,0-4,0%) [48, 93, 101, 112, 148] și costurile extrem de ridicate ale noilor materiale folosite [115].

O meta-analiză publicată în 1999 a raportat o rată de complicații ischemice de 8,5%, iar un studiu mai recent, prospectiv, multicentric a raportat o rată de complicații tromboembolice de 13,3% și o rată de ruptură perioperatorie de 3,7% [13].

În general, incidența complicațiilor vasculare intracraniene periprocedurale și rata de mortalitate au fost de 6,3% [101] și 1,4-1,5% [13, 101], respectiv, iar dimensiunea anevrismului este factorul determinant major [28].

Conform studiilor și meta-analizelor recente, rata tratamentului prin embolizare endovasculară a anevrismelor rupte și nerupte, inclusiv și a anevrismelor gigante, comparativ cu cliparea anevrismelor, a crescut semnificativ în perioada 1995-2009 [28, 38, 106, 115, 163], are rate de ocluzie completă la 12 luni de la intervenție apropiate de 100%, are rate similare sau tendință de reducere a mortalității, un rezultat mai bun clinic cu incidență mai mică de complicații [89, 114, 148, 151] și o durată mai mică de spitalizare [115, 164]. Totodată, tratamentul

endovascular și tratamentul chirurgical sunt metode complementare și nu competitive în tratamentul anevrismelor intracraniene [34, 148].

Așadar, ruptura de anevrism este mai mică după intervenția chirurgicală, comparativ cu tratamentul endovascular, însă această diferență este mică și poate fi compensată cu rata mai mică a rezultatelor adverse asociate tratamentului endovascular [23].

Câțiva factori importanți este necesar de avut în vedere când este vorba de tratament endovascular [35]:

- Localizarea: având în vedere anatomia microchirurgicală complexă și variabilă a circulației posterioare a poligonului Willis, anevrismele din această parte sunt, de obicei, mult mai predispuse pentru embolizare endovasculară, întrucât abordările și tratamentul chirurgical pentru acest domeniu sunt considerate foarte dificile și riscante din cauza prezenței vaselor de sânge importante și a diverselor structuri neuronale. Anevrismele de la trifurcația arterei cerebrale medii sunt, de regulă, dificil de tratat endovascular, fără a afecta important ramurile arteriale.
- Vârsta: riscul de complicații la pacienții cu vârsta peste 70 de ani este mult mai înalt pentru intervenția chirurgicală, comparativ cu tratamentul endovascular.
- Riscul re-sângerării este ușor mai mare în embolizarea endovasculară versus clamparea chirurgicală a coletului anevrismal (2,6% față de 1%), dar rezultatul general (evitarea decesului și dependența) încă favorizează tratamentul endovascular.

În aceste condiții anevrismele intracraniene localizate în partea anterioară a poligonului Willis sunt abordate chirurgical („open surgery”), în timp ce anevrismele localizate în partea posterioară a poligonului Willis sunt, de regulă, embolizate din cauza dificultăților operatorii ce pot apărea în cazul acestor localizări [35]. Tratamentul endovascular este, în prezent, tratamentul de primă linie pentru anevrismele intracraniene rupte și este posibil în peste 90% din cazuri [13].

Clamparea chirurgicală a coletului anevrismal și wrappingul(învelirea) [1, 3, 58, 59, 62] rămân metodele de elecție pentru rezolvarea unei surse hemoragice. Metoda constă în plasarea unei clame mici în jurul bazei anevrismului pentru a-l izola de restul circulației. Prin acest procedeu se scade presiunea și se previne ruperea anevrismului. Momentul optim de intervenție a trecut de la 2 săptămâni de așteptare, preferate anterior (pentru retrocedarea edemului provocat de vazospasm ca complicație a HSA), la primele 24-72 ore de la ruptură, deci înainte de producerea vazospasmului și a eventualelor re-sângerări.

Clipurile tradiționale se bazează pe capacitatea lamelelor de a închide colul anevrismal și de a obstrua leziunea. Clamparea chirurgicală este „standardul de aur” pentru tratamentul

anevrismelor, inclusiv și pentru anevrismele gigante [91, 126]. Deși aceste clipuri sunt eficiente pentru cele mai multe anevrisme cu pereți subțiri, leziunile mari și gigante, frecvent cu col mare și calcificat, cu pereți mai groși și ateromatoși sau cu trombi intraanevrismalini permit, în unele cazuri, cliparea eficientă a anevrismului [41, 91]. După 13-20 de ani de la intervenție, majoritatea pacienților (71,9-81%) au prezentat un rezultat bun (scorul Glasgow Outcome Scale 4 și 5), iar rata mortalității a fost de 10,1-13,4% [91, 126]. Obliterație completă a anevrismului nerupt la 1 an după intervenția chirurgicală a fost realizată în 93,5-98,7% din totalul anevrismelor [15, 29].

Deși meritele fiecărui tratament sunt bine documentate, superioritatea unui tratament peste celălalt rămâne controversat. Treizeci de studii, publicate între 1977 și 2001, privind rezultatele tratamentului anevrismelor nerupte au fost revizuite. Deși constatările din aceste studii sugerează că rezultatele tratamentului anevrismelor nerupte este rezonabil de bun (morbiditatea 5-25% și mortalitatea 0-7%), multe dintre problemele complexe, asociate cu tratamentul anevrismelor nerupte, rămân controversate [33, 106].

Potrivit rezultatelor unor studii de amploare, morbiditatea și mortalitatea determinată de clamparea anevrismelor nerupte alcătuia 4,0-13,2% și 1,0-3,0%, respectiv [15, 88, 106, 134] și pentru anevrismele rupte -29,5% și 2,6%, respectiv [94]. Pentru anevrismele situate în circulația posterioară mortalitatea ajunge la 5% [41]. Conform opiniei unor autori, selectarea atentă a pacienților și selectarea individuală a modalității optime de tratament a anevrismelor nerupte pot fi clampate cu un procent redus de rezultate nefavorabile [15].

În medie, valorile morbidității și mortalității perioperatorii în timpul microembolizării endovasculare sunt mai mici, comparativ cu clamparea anevrismelor, și alcătuiesc 3,7-6,6% și 0-2% [106], respectiv. Pentru anevrismele nerupte morbiditatea și mortalitatea constituie 2,2-7,0% și 0,5-2,0%, respectiv [93, 106, 119, 123, 124].

Introducerea microscopului operator, a tehnicilor și dispozitivelor performante pentru embolizare în tratamentul microchirurgical al anevrismelor cerebrale a îmbunătățit mult și a facilitat abordul acestor malformații, majorând rata de ocluzie a anevrismului, reducând apreciabil morbiditatea și mortalitatea operatorie, ceea ce face această metodă sigură, durabilă și preferată de tot mai mulți neurochirurghi [106, 123, 124].

Există mai multe aspecte de incertitudine în ceea ce privește tratamentul anevrismelor nerupte. În primul rând, deși anevrismele intracraniene sunt frecvente, doar o mică parte se rup. În al doilea rând, tratamentul anevrismelor nerupte se poate asocia cu un potențial risc de morbiditate și mortalitate, și acest risc este diferit între tehnicile chirurgicale și endovasculare. În al treilea rând, tratamente chirurgicale și endovascular pot avea rate diferite de eficiență pe

termen lung. În al patrulea rând, există un complex de factori legați de pacient care trebuie luați în considerare, inclusiv vârsta pacientului, starea medicală, prezența comorbidităților și, cel mai important, perspectiva pacientului după evaluarea obiectivă a datelor disponibile [23, 33].

Rezultatele studiilor internaționale multicentrice. Studiul internațional ISAT, realizat pe 2143 de pacienți în anul 2002, s-a axat pe evaluarea comparativă a tratamentului direct și endovascular al anevrismelor intracraniene rupte. Riscul de deces la un an este semnificativ mai mic la pacienții tratați endovascular (23,5% și 30,9%, respectiv). Beneficiul de supraviețuire continuă pentru cel puțin 7 ani. Riscul recidivei de hemoragie în perioada precoce este similar în ambele grupuri, însă în perioada tardivă este redus, dar mai mare printre pacienții tratați endovascular [72, 120, 137]. În pofida importanței rezultatelor studiului ISAT în definirea rolului tratamentului endovascular și microchirurgical a pacienților cu anevrisme intracraniene rupte, unii savanți consideră că extrapolarea acestor rezultate pentru toți pacienții cu anevrisme rupte este precoce, este o interpretare eronată a datelor ISAT și un deserviciu serios pentru pacienții profesie. Rezultatele ISAT continuă să fie criticate pentru criteriile imprecise de selectare a pacienților [137].

În cele din urmă, rezultatele studiului ISUIA, realizate pe 3375 de pacienți și publicate în 2003, au demonstrat posibilitatea tratamentului chirurgical al anevrismelor nerupte. Autorii au constatat că FR pentru rezultatele nesatisfăcătoare erau anevrismele cu dimensiunea mai mare de 12 mm, localizarea anevrismelor în bazinul vertebrobazilar și vârstă pacienților peste 59 de ani [149, 161]. În plus, rezultate mai bune s-au constatat pentru tratamentul endovascular al anevrismelor nerupte. Pentru pacienții cu vârstă peste 65 de ani cu anevrisme nerupte este mai preferabil tratamentul endovascular [161].

Totodată, luarea deciziei privind tratamentul anevrismelor saculare intracraniene nerupte este complex și controversat. Cu îmbunătățirea continuă a tehnicilor imagistice, șansa detectării unui anevrism asimptomatic a crescut. La pacienții cu anevrisme nerupte, decizia de tratament de multe ori nu este simplă. Riscul tratamentului trebuie atent comparat cu riscul de ruptură. Deși morbiditatea și mortalitatea, asociate cu intervenția chirurgicală, sunt relativ bine cunoscute, evoluția naturală a anevrismelor nerupte rămâne controversată [33, 106].

Conform opiniei unor savanți, în prezent nu există nici-o justificare științifică pentru a trata anevrismul nerupt. Rezultatele studiului ISUIA sugerează că istoria naturală a anevrismelor intracraniene este mai benignă, decât se considera anterior. După obținerea rezultatelor acestui studiu, mai multe instituții au început să gestioneze pacienții cu anevrisme intracraniene conservator [161].

Studiul prospectiv și randomizat privind gestionarea endovasculară a anevrismelor intracraniene nerupte (TEAM), care a comparat tratamentul endovascular și managementul conservator, a fost inițiat în septembrie 2006 și oprit în iunie 2009 din cauza recrutării slabe a pacienților (80 de pacienți) [136].

Așadar, prognosticul pacienților cu anevrism nerupt, tratat prin embolizare sau clipare, este excelent. Probabilitatea de re-ruptură este extrem de redusă. Pronosticul pacientului cu anevrism cerebral rupt depinde de mărimea și localizarea anevrismului, vârsta, starea generală de sănătate și starea neurologică după ruptură a pacientului. Circa 1/3 din pacienți decedează la prima sângerare. Alții recuperează foarte puțin sau deloc din deficitul neurologic instalat după ruptură. Majoritatea pacienților rămân cu un grad de deficit neurologic și necesită recuperare îndelungată, terapie fizică, ocupațională, de reeducare a vorbirii. Uneori pacienții dezvoltă complicații după hemoragie, iar evoluția poate fi îndelungată, necesitând tuburi gastrice de hrănire sau traheostomie. Mai mult de 80% din pacienții cu grad mic a scalei Hunt-Hess (clasele 1-3) au un rezultat bun [9, 20].

Tratamentul chirurgical a fost mult timp un standard acceptat pentru tratamentul eficient al anevrismelor nerupte, dar poate crește morbiditatea și mortalitatea. Tratamentul endovascular este o alternativă minim invazivă promițătoare, dar rămân îndoieli privind eficacitatea și durabilitatea acestei modalități [34].

Însă, rezultatele studiilor internaționale au schimbat semnificativ tactica privind anevrismele intracraniene nerupte. După rezultatele studiului ISAT s-a constatat o creștere a tratamentului endovascular a anevrismelor intracraniene rupte (de la 3% până la 17%), o creștere a ratei pacienților fără nici un tratament (de la 33% până la 40%) și o reducere a mortalității (de la 29,4% până la 26,5%) pe o perioadă de 10 ani.

Scopul lucrării prezente constă în evaluarea imagistică comparativă a diferitor tehnici de postprocesare ale angiografiei prin tomografia computerizată în anevrismele poligonului Willis pentru optimizarea diagnosticului imagistic.

Pentru realizarea scopului au fost stipulate următoarele obiective de explorare:

1. Estimarea eficienței datelor primare axiale, analizei prin proiecție de intensitate maximă și reconstrucției tridimensionale a angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis.
2. Caracteristica generală a patologiei cerebrale în baza angiografiei prin tomografie computerizată: aspecte de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații.

3. Aprecierea eficienței diverselor tehnici de reconstrucție a angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis într-un lot de pacienți cu anevrisme cerebrale unice.
4. Evaluarea tehnicilor de orientare spațială intracraniană prin angiografia prin tomografie computerizată în vederea alegerii abordului chirurgical.
5. Corelarea datelor morfologice ale examinării angiografiei prin tomografie computerizată a anevrismelor poligonului Willis cu tehnicile chirurgicale aplicate în cazul complicațiilor apărute postoperator.

1.5. Concluzii la capitolul 1

1. Incidența (0,37-4,15% pe an), prevalența (0,2-9,9%) și mortalitatea (19,4-67%) cauzate de anevrisme variază considerabil în funcție de studiu, design, populația evaluată și caracteristicile anevrismului. Anevrisme se găsesc în aproximativ 2% cazuri, în marea majoritate de dimensiuni mici (≤ 10 mm).
2. Anevrismele intracerebrale sunt consecința unui defect a peretelui arterial, în special al mediei și al laminei elastice, pot fi congenitale (saculare), dobândite (fuziforme), cauzate de boli inflamatorii (endocardita infecțioasă subacută), microbiene, posttraumatice, aterosclerotice, mixomatoase sau disecante. Anevrismele cerebrale sunt localizate cel mai frecvent (circa 70%) pe arterele părții anterioare a poligonului Willis.
3. Anevrismele intracerebrale se manifestă prin semne și simptome ale HSA, sindrom tumoral, ischemie/infarct cerebral prin embolie arterială cu origine în sacul anevrismal, compresia structurilor adiacente, semne de compresie a nervilor cranieni, sindrom cefalgic.
4. AngioCT multislice cu 16-320 canale este o tehnică de imagistică non-invazivă și exactă pentru detectarea și caracterizarea anevrismelor intracraniene, inclusiv anevrismelor mici (< 3 mm) și rupte, cu o capacitate de diagnosticare mare și are potențial de a înlocui, în majoritatea cazurilor, ASD.
5. Selectarea opțiunii de tratament a pacienților cu anevrisme intracraniene (supraveghere în dinamică, intervenție chirurgicală cu cliparea anevrismului sau embolizare endovasculară a anevrismului) depinde de mărimea și localizarea anevrismului, vârsta, starea generală de sănătate și starea neurologică a pacientului.

MATERIAL ȘI METODE DE STUDIU

2.1. Caracteristica generală a metodologiei de cercetare

Lucrarea a fost efectuată în cadrul secției Radiologie și Imagistică Medicală a INN din Republica Moldova în perioada anilor 2009-2014.

În conformitate cu datele statistice ale INN din Republica Moldova, din 1614 pacienți cu analiza vaselor intracerebrale prin AngioCT, diagnosticul de anevrism al poligonului Willis a fost stabilit în 246 de cazuri. Distribuția după ani este prezentată în tabelul 2.1, cu incidența maximă în anul 2013 (55 de cazuri), în medie câte 35 de cazuri anual.

Tabelul 2.1. Incidența diagnosticului de anevrism al poligonului Willis în funcție de anul examinării

Anul investigației	Anevrisim al poligonului Willis		Total
	Da	Nu	
2008	10	50	60
2009	16	50	66
2010	35	340	375
2011	46	288	334
2012	49	240	289
2013	55	220	275
2014	35	180	215
Total	246	1368	1614

Calcularea volumului eșantionului reprezentativ a fost efectuată în baza formulei clasice propuse pentru sondajul aleatoriu fără repetare:

$$n = \frac{N \times t^2 \times p \times q}{N \times \Delta x^2 + t^2 \times p \times q} \quad (2.1)$$

n - volumul eșantionului reprezentativ de cercetare: numărul de pacienți cu anevrism al poligonului Willis;

t - factorul de probabilitate sau criteriul Student, determină precizia rezultatelor și reflectă gradul de corespundere a rezultatelor reale cu cele obținute, este egal cu 1,96;

p și q - probabilitatea și contra-probabilitatea de apariție sau nu a fenomenului cercetat;

Δx - eroarea limită admisă, egală cu 0,05 (5%);

N - volumul colectivității generale (medie anuală).

Luând în considerație faptul că volumul eșantionului este maxim când produsul „p*q” este mai mare, că $0 \leq p \leq 1$ și $q = 1 - p$, produsul „p*q” este maxim atunci când $p = q = 0,5$.

Introducând cifrele în formulă obținem:

$$N = 35 \times 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 / 35 \times 0,05^2 + 1,96^2 \times 0,5 \times 0,5 = 33,614 / 0,0875 + 0,9604 = 33,614 / 1,0479 = 32,0774$$

Astfel eşantionul reprezentativ, pentru o eroare admisă de 5%, trebuie să includă 32 de pacienți cu anevrisme ale poligonului Willis.

Pentru optimizarea preciziei de calculare a eficacității metodelor de procesare a imaginilor AngioCT am inclus toți pacienții cu anevrism unic al poligonului Willis, la care au fost efectuate toate trei tehnici de reconstrucție a AngioCT. Din lotul total de pacienți investigați am selectat 140 de pacienți, ce depășește semnificativ valoarea eşantionului calculat și oferă posibilitatea de a produce estimări mai exacte.

Studiul a fost realizat în patru etape (figura 2.1).

Etapa I. Definirea problemei.

1. Documentarea științifică în domeniu prin studierea literaturii științifice și metodico-didactice pe tema ce vizează cercetarea.
2. Determinarea scopului și obiectivelor studiului.
3. Precizarea volumului loturilor de studiu.
4. Elaborarea planului de cercetare.

Etapa II. Observarea statistică și acumularea materialului.

1. Elaborarea anchetelor și instrumentelor de colectare a materialului de studiu.
2. Înregistrarea caracteristicilor fenomenelor și colectivităților studiate utilizând procedeele de înregistrare totală sau parțială: extragerea informației din documentația medicală, înregistrarea datelor în cadrul anchetelor prin sondaj, metode clinice generale de cercetare, metode de laborator, metode imagistice de studiu a creierului (CT cerebrală nativă, AngioCT cerebrală).

Etapa III. Evaluarea statistică a rezultatelor obținute.

Etapa IV. Analiza rezultatelor obținute și argumentarea științifică a strategiilor.

1. Evaluarea indicatorilor de bază care caracterizează loturile de studiu.
2. Aprecierea eficienței procedeeleor de reconstrucție a AngioCT (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă, reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis.

În INN din Republica Moldova am realizat un studiu clinic, inclusiv retrospectiv, pentru a evalua caracteristica generală a patologiei cerebrale în baza metodelor imagistice de investigație (CT cerebrală nativă, AngioCT cerebrală) și a aprecia eficiența procedeeleor de reconstrucție a AngioCT (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă,



Figura 2.1. Designul studiului

reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul, caracteristica și managementul microchirurgical al anevrismelor poligonului Willis.

În perioada 01.01.2009-31.12.2014 în INN din Republica Moldova au fost investigați sau re-investigați consecutiv 268 de persoane cu anevrisme cerebrale, inclusiv prin colectarea datelor social-demografice, factorilor de risc, examenul clinic și paraclinic, CT cerebrală nativă, AngioCT cerebrală și următoarele procedee de reconstrucție a AngioCT-PIM, RV-3D și neuronavigarea, în vederea stabilirii diagnosticului clinic și paraclinic și pentru determinarea oportunității indicației de tratament neurochirurgical. Toate imaginile AngioCT au fost salvate pentru a avea posibilitatea postprocesării și reconstrucției. În baza acestui lot de

pacienți au fost caracterizate leziunile cerebrale, diagnosticate în baza CT cerebrale native și AngioCT cerebrale: aspecte de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații.

Din numărul total al pacienților investigați prin AngioCT au fost selectați toți pacienții cu anevrisme cerebrale (268) primare ale poligonului Willis, examinați prin toate trei procedee de reconstrucție a AngioCT cerebrale: PIM, RV-3D și datele primare axiale. Fluxul pacienților în studiul nostru este prezentat în diagrama CONSORT (figura 2.2). Din 268 de pacienți au fost excluși 128, conform criteriilor de excludere și lotul final a constituit 140 de pacienți în vârstă de 19-78 de ani cu anevrism unic intracranian al poligonului Willis. În studiu au fost incluși 57 de bărbați și 83 de femei: 12 (8,6%) pacienți - în anul 2010, 30 (21,4%) de pacienți - în anul 2011, 35 (25,0%) de pacienți - în anul 2012, 37 (26,4%) de pacienți - în anul 2013 și 26 (18,6%) de pacienți - în anul 2014. În medie spitalizarea anuală a fost de circa 28 de cazuri.

Criteriile de excludere din studiu au fost următoarele:

- pacienții cu anevrism al arterelor periferice cerebrale sau pre-craniale (extra Willis),
- pacienții cu anevrism rezidual sau recurent a poligonului Willis,
- pacienții cu anevrisme multiple,
- pacienții la care nu s-a efectuat investigația AngioCT preoperator sau postoperator,
- pacienții care nu s-au prezentat niciodată la controlul post-procedural.

Diagnosticul anevrismelor cerebrale, în absența unui traumatism, a fost constatat la pacienții cu tablou clinic respectiv: semne și simptome de HSA sau hemoragie intracerebrală, sindrom tumoral, ischemie/infarct cerebral, cauzate de embolie arterială cu origine în sacul anevrismal, compresia structurilor adiacente, semne de compresie a nervilor cranieni, sindrom cefalalgic.

Informațiile despre datele demografice și clinice, statutul neurologic conform scorului GCS, scalei Hunt-Hess, scalei WFNS, scalei Fisher, apreciată după datele CT nativ, și caracteristicile neuroradiologice au fost evaluate la admitere. Toate anevrismele cerebrale au fost confirmate prin scanare CT cerebrală și AngioCT cerebrală, la autopsie sau în cadrul tratamentului chirurgical. Au fost estimate numărul, morfologia (lungime, lățime, diametru col, forma geometrică, ruptură) și localizarea anevrismelor (artera comunicantă anterioară, artera comunicantă posterioară, artera carotidă internă, artera cerebrală anterioară, inclusiv segmentele a1 și a2, artera cerebrală posterioară, inclusiv segmentele p1 și p2, artera cerebrală medie, inclusiv segmentele m1 și m2, artera bazilară), tromboza sau calcifierea anevrismului, raportul

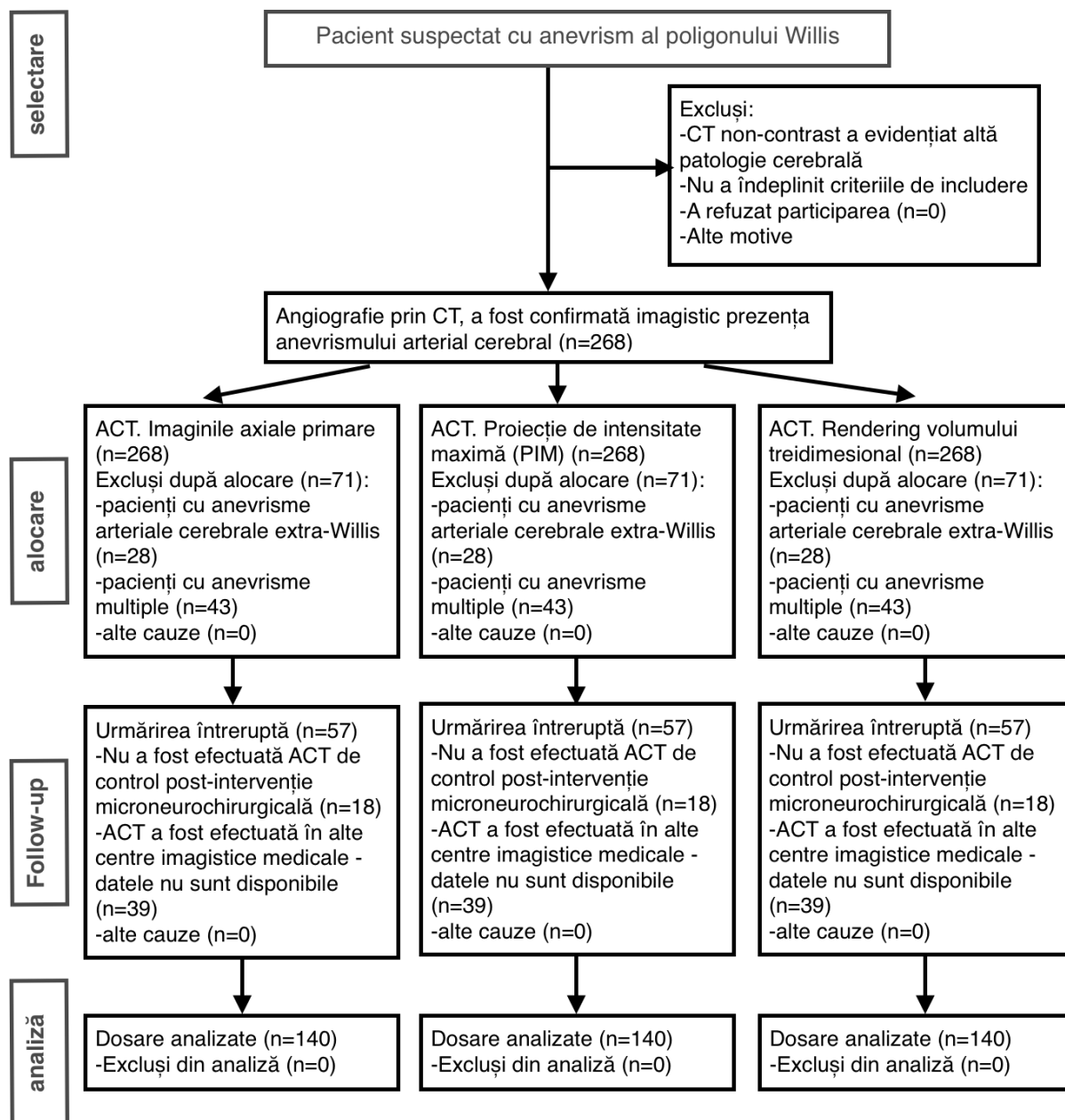


Figura 2.2. Diagrama CONSORT al fluxului de pacienți

dintre vasul donator și sacul anevrismal. Aneurismele nerupte și asimptomatice au fost depistate incidental în timpul cercetărilor neuroimagistice. Cel mai mare diametru al anevrismului a fost utilizat pentru clasificarea anevrismelor în funcție de dimensiune [108].

Decizia de tratament a fost luată de neurochirurgul principal în baza informațiilor obținute în rezultatul examenului clinic, statutului neurologic și metodelor imagistice de explorare (CT cerebrală nativă și AngioCT cerebrală). Tratamentul a fost realizat în primele 2 săptămâni de la spitalizare prin cliparea microchirurgicală a anevrismelor în dependență de mărimea și localizarea anevrismului, morfologia și forma geometrică a anevrismului,

caracteristica anevrismului în raport cu structurile cerebrale adiacente, prezența vazospasmului și edemului cerebral, gradul HSA, prezența hemoragiei intracerebrale și/sau hemoragiei intraventriculare, anatomia poligonului Willis, patologia concomitentă. Tratamentului au fost supuse anevrismele cerebrale nerupte și rupte.

După intervenția de clipare microchirurgicală a anevrismului, pacienții au fost monitorizați continuu în unitatea de terapie intensivă. Scopul tratamentului medical postoperatoriu a inclus protejarea funcțiilor vitale normale și controlul presiunii intracraniene, tratamentul și profilaxia vazospasmului. Pacienților s-a permis regim obișnuit la pat postoperator după restabilirea funcțiilor vitale și reabilitarea activă a fost începută imediat în cazul prezenței deficitelor neurologice.

Scanarea CT craniană de rutină a fost efectuată în primele 48 de ore după operație. Suplimentar, scanarea CT sau AngioCT de urgență au fost efectuate în cazurile de agravare neurologică.

Evaluarea repetată a pacienților a fost efectuată prin examen clinic la externarea pacientului, prin scanare CT cerebrală și/sau AngioCT cerebrală la 6 luni după intervenția chirurgicală. Au fost evaluate complicațiile după intervenția chirurgicală (deficite neurologice focale, tulburări cognitive, ischemie cerebrală, hemoragie cerebrală, hidrocefalie, edem cerebral, complicații septice cerebrale și complicații extracerebrale), cauzele de reintervenții și de deces.

Decizia de re-tratament chirurgical a fost făcută de neurochirurgul principal în cazurile anevrismelor netratate, recurenței anevrismului, rupturii anevrismului de novo, re-rupturii cu re-sângerare, complicațiilor care nu pot fi rezolvate prin tactica terapeutică sau de rutină în cazul plastiei defectului cranian ce necesită foarte frecvent spitalizare repetată, inclusiv și aflarea în secția neuroreanimare postoperatorie. Fiecare spitalizare adăugătoare reprezintă un risc crescut pentru viață și pronosticul funcțional.

Am constituit astfel un lot distinct de pacienți, evaluați prin trei procedee de reconstrucție în baza AngioCT cerebrale: axial, PIM și RV-3D. Neuronavigarea a fost efectuată ca ultima etapă în procesarea datelor AngioCT la fiecare pacient cu anevrism intracerebral, au fost estimate diferite posibilități de aborduri neurochirurgicale, complexitatea morfologică și anatomică a anevrismului, poziția anevrismului în timpul operației, structurile cerebrale și vasculare aflate pe traiectul diferitor aborduri neurochirurgicale cu riscul lezionării în timpul intervenției chirurgicale. În baza acestor date, combinate cu datele clinice, parametrii vitali și analizele de laborator, consiliul medical a luat decizia privind posibilitatea și tipul tratamentului chirurgical.

În scopul evidențierii exactității și eficienței, rezultatele metodelor de postprocesare au fost estimate comparativ(figura 2.3).

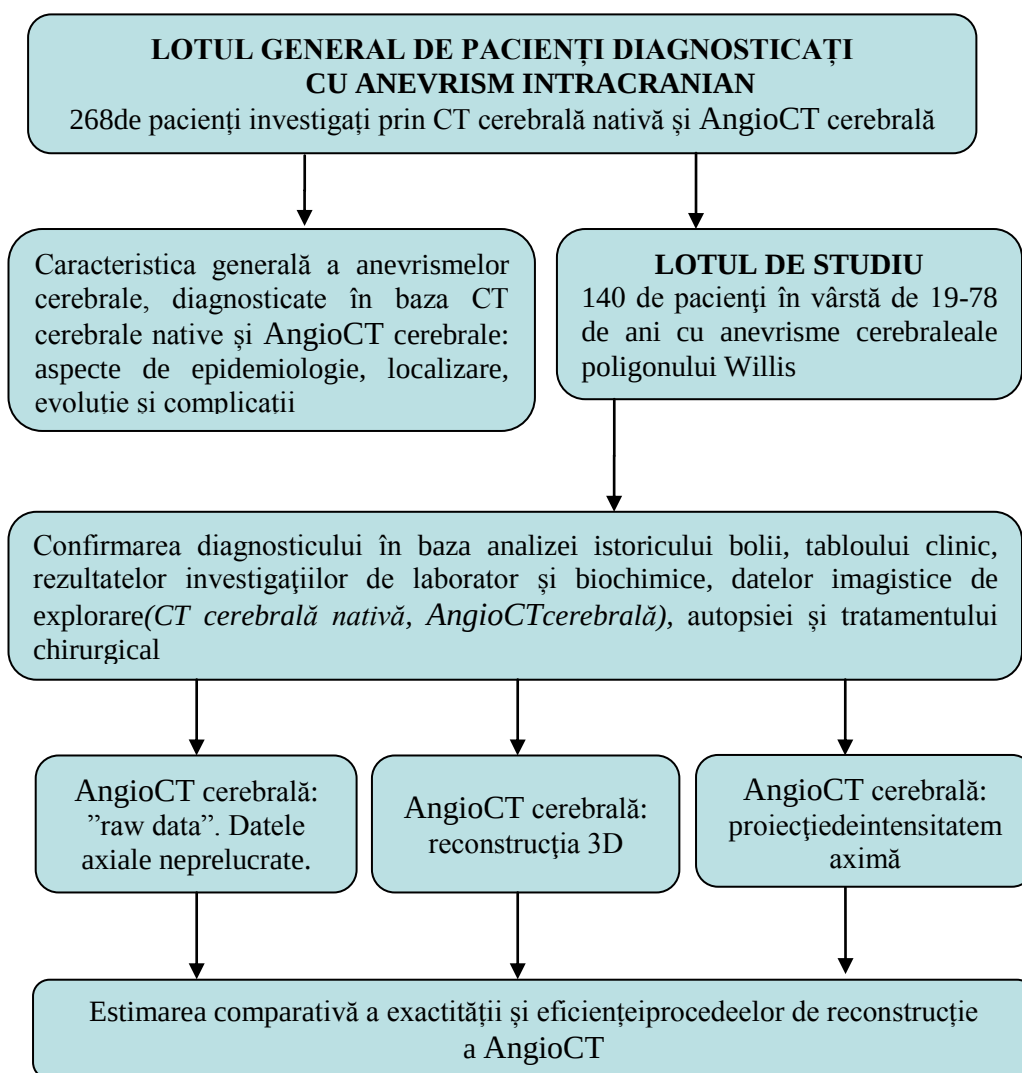


Figura 2.3. Caracteristica loturilor de studiu

Consimțământul informat a fost obținut de la fiecare pacient și/sau rudele sau reprezentantul legal al acestuia înainte de fiecare investigație AngioCT, intervenție chirurgicală și includerea în studiu. Toți pacienții și/sau rudele sau reprezentanții legali ai acestora au fost informați despre beneficiile și riscurile intervenției chirurgicale pentru anevrismele intracraniene.

2.2. Caracteristica generală a lotului de studiu

A fost efectuată analiza unui grup din 268 de pacienți cu diagnosticul de anevrism intracranian consultați și/sau internați în Institutul de Neurologie și Neurochirurgie în perioada

2008-2014 în funcție de anul stabilirii diagnosticului, grupul de vârstă, repartizarea geografică și statutul social.

Pentru evaluarea comparativă a tehnicilor de reconstrucție a AngioCT, în studiu au fost incluși 140 de pacienți (57 - 40,7% bărbați și 83 - 59,3% femei) în vârstă de 19-78 de ani cu anevrisme cerebrale ale poligonului Willis, evaluați prin trei procedee de reconstrucție în baza AngioCT cerebrale: axial, PIM și RV-3D. Vârsta medie a acestui grup de pacienți era de $51,51 \pm 1,1$ ani.

În funcție de anul examinării, 12 (8,6%) pacienți au fost incluși în studiu în anul 2010, 30 (21,4%) de pacienți - în anul 2011, 35 (25,0%) de pacienți - în anul 2012, 37 (26,4%) de pacienți - în anul 2013 și 26 (18,6%) de pacienți - în anul 2014 (figura 2.4).

Până la 29 de ani aveau 7 (5,0%) pacienți, 30-49 de ani - 52 (37,1%) de pacienți și 50 de ani sau mai mult 81 (57,9%) de pacienți (figura 2.5).

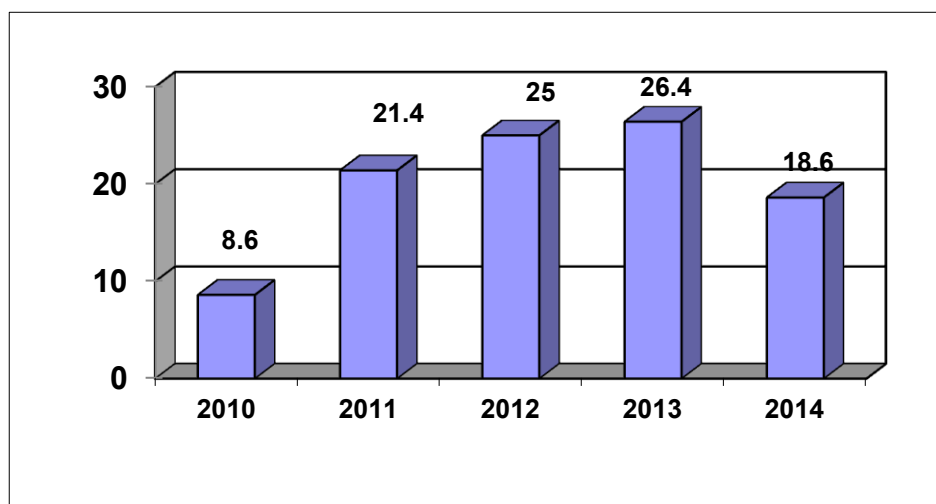


Figura 2.4. Repartizarea pacienților (%) în funcție de anul includerii în studiu

Circa 2/3 din pacienți (88 – 62,9%) locuiau în mediul rural și 52 (37,1%) de pacienți locuiau în mediul urban. În regiunea de Nord a Republicii Moldova locuiau 45 (32,1%) de persoane, în regiunea de Centru - 67 (47,9%) de persoane și în regiunea de Sud - 28 (20,0%) de persoane. Marea majoritate a pacienților (131 – 93,6%) erau asigurați la CNAM și doar 9 (6,4%) persoane nu erau asigurate.

În structura pacienților conform statutului social predominau persoanele încadrate în câmpul muncii: peste 2/5 din pacienți – 58 (41,4%) – activau în câmpul muncii, 37 (26,4%) nu erau angajate în câmpul muncii, 42 (30,0%) erau invalizi sau pensionari, 2 (1,4%) erau studenți sau elevi și 1 (0,7%) persoană era gravidă.

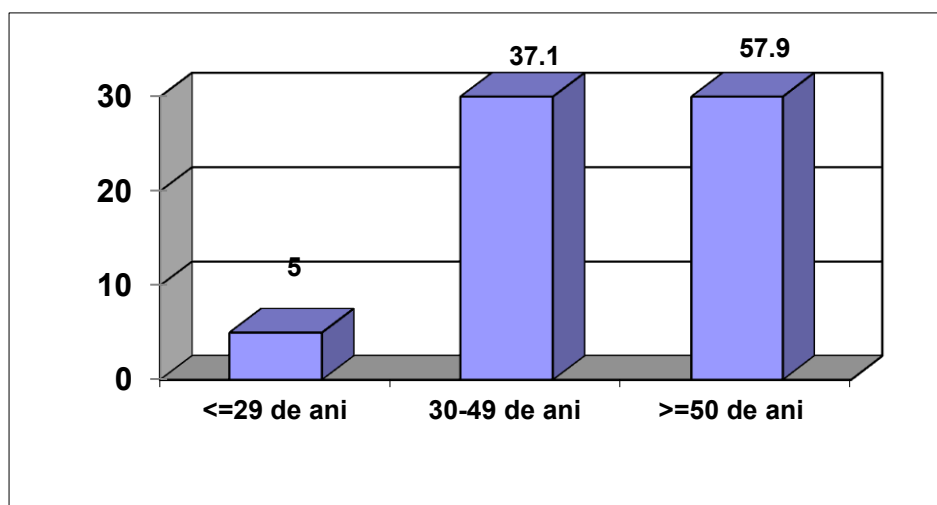


Figura 2.5. Repartizarea pacienților (%) în funcție de grupul de vârstă

2.3. Metode de investigații

Metode clinice. Toți pacienții din lotul de studiu au fost supuși examenului neurologic în dinamică (preoperatoriu și postoperatoriu) conform următoarei scheme: a) estimarea sindroamelor de hipertensiune intracraniană, de dislocare cerebrală și neurologice de focar, b) determinarea FR, c) evaluarea stării neurologice imediate și d) schimbărilor de conștiență. Evaluările au fost efectuate de neurochirurghi sau neurologi din același departament care nu au efectuat intervențiile chirurgicale.

Au fost înregistrați următorii FR: 1) HTA - TA >160/95 mm Hg la măsurători repetate și-sau tratamentul cu medicamente antihipertensive și-sau hipertrofie ventriculară stângă sau cardiomegalie pe radiografia toracică sau pe traseul electrocardiogramei, 2) DZ, 3) obezitate, 4) boli cardiovasculare cunoscute, 5) afecțiuni renale, 5) afecțiuni cerebrale concomitente (tumori, malformații arterio-venoase).

Stadializarea tulburărilor stării de conștiență a fost apreciată la admitere conform scalei GCS [75, 173]. Scorul cuprinde 3 categorii de răspuns (deschiderea ochilor, răspuns motor și răspuns verbal), a căror punctare sumată generează scorul total (3-15).

Pentru deschiderea ochilor:

0 = absența, chiar la presiune supraorbitală

1 = la durere (la presiune sternală, supraorbitală sau la nivelul membrelor)

2 = răspuns nespecific la auzul cuvintelor (nu neapărat la comandă verbală)

3 = spontană, ceea ce nu înseamnă obligatoriu prezența conștienței ci doar a stării de veghe.

Pentru răspunsul motor:

1 = absent la orice durere

2 = adducția umărului și rotația internă a umărului și antebrățului

3 = răspuns de retragere sau postură hemiplegică

4 = retragerea brațului la stimul dureros, abducția umărului

5 = acțiunea brațului de încercare a îndepărtării presiunii toracice sau supraorbitale

6 = urmarea comenzilor simple.

Pentru răspunsul verbal:

1 = fără răspuns

2 = sunete ce nu formează cuvinte

3 = cuvinte inteligibile, dar incoerente

4 = conversație confuză (răspunsuri sau încercări de răspunsuri greșite, neclare la cuvintele recepționate, iar pacientul dezorientat)

5 = conversație fluentă, pacient orientat (știe cine, unde, când; an, anotimp, lună).

GCS cuprinde 4 grade de severitate: ușoară - 13-15 puncte, moderată - 9-12 puncte, severă - 6-8 puncte și foarte severă - 3-5 puncte [75, 173]. Este propusă și o definiție pentru „comă”, căreia i se atribuie 3 nivele de scor - deschiderea ochilor absentă (1), lipsa răspunsului motor la comandă (scor pentru răspuns motor maxim 5) și răspuns verbal cu cuvinte non-recognoscibile (scor pentru răspuns verbal maxim 2). Diagnosticul de comă corespunde unui nivel sub 7-8.

Aprecierea clinică a pacienților cu HSA a fost efectuată conform scalei Hunt și Hess (tabelul 2.2) [118], scalei de severitate WFNS (tabelul 2.3) [160]), scalei Fisher (tabelul 2.4)[174].

Metode imagistice CT.CT cerebrală a fost realizată în secția Radiologie și Imagistică Medicală a INN din Republica Moldova la tomograful cu scanare spiralată (elicoïdală), cu detector de 64 de rânduri și cu o singură scanare axială (VCT Select "General Electric" USA) prin metoda standard. Aparatul performant permite scanare rapidă a segmentului de investigat, timp de rotație scurt, scanare cu secțiuni foarte fine, cu detalii excelente asupra leziunilor sau ramurilor vasculare, dar cu un plus de iradiere.

Parametrii de scanare pentru CT axial non-contrast a inclus: tensiunea 120 kV; intensitatea curentului pentru imagini fără contrast – flexibilă, autoreglată de echipament în

Tabelul 2.2. Scala de severitate a HSA (Hunt și Hess, 1968 [118])

Gradul 1	-	Pacient asimptomatic sau cefalee moderată sau redoare (rigiditate) moderată a cefei.
Gradul 1a		Pacient fără reacție meningeală sau cerebrală acută dar cu deficit neurologic staționar.
Gradul 2	-	Pacient cu pareze de nervi cranieni (III, VI), cefalee sau redoare de ceafă moderată sau severă.
Gradul 3	-	Pacientul este somnolent, confuz și prezintă deficite neurologice minime.
Gradul 4	-	Pacientul este în comă, cu hemipareză moderată sau gravă, cu rigiditate de decerebrare și tulburări vegetative.
Gradul 5	-	Pacientul este în comă profundă, cu rigiditate de decerebrare, muribund.

Tabelul 2.3. Scala de severitate a HSA (WFNS, 1988 [160])

Gradul după WFNS	Scorul GCS	Deficit motor
Gradul 1	15	Absent
Gradul 2	14-13	Absent
Gradul 3	14-13	Prezent
Gradul 4	12-7	Prezent sau absent
Gradul 5	6-3	Prezent sau absent

Tabelul 2.4. Scala de clasificare a HSA în baza scanării CT (Fisher, 1980 [174])

Gradul 1	Fără sânge în cisterne.
Gradul 2	Strat subțire de sânge <3 mm lățime și <1 mm grosime, fără cheaguri.
Gradul 3	Colecție densă sangvină groasă de >1 mm în plan vertical (fisura interemisferică, cisterna insulară, cisterna ambiens) sau >5/3 mm în plan longitudinal și transversal sau în plan orizontal (fisura silviană, cisterna silviană, cisterna interpedunculară).
Gradul 4	Sânge intracerebral sau intraventricular, cantități mici și difuze de sânge în cisternele bazale.

dependență de densitatea țesuturilor scanate (funcția Auto-mA) cu minimum de 100 mA și maximum de 500 mA; tipul scanării – axial cu înclinarea centrului paralel cu linia orbito-meatală; tipul rotației tubului – 1 rotație pe secundă cu lungimea completă a rotației de 360°; datele obținute cu grosimea secțiunii de 5 mm, 4 imagini pe rotație; reconstrucții cu grosimea secțiunii de 0,625 mm în filtru osos (bone plus) și standard cerebral (standard); timpul total de scanare – aproximativ 7 secunde; câmpul mic de vizualizare (small body) cu diametrul de 25 cm.

Investigația a fost efectuată la toți pacienții incluși în studiu la internare și după intervenția chirurgicală la pacienții tratați neurochirurgical deschis. Periodicitatea și numărul examinărilor CT cerebrale de control au fost determinate de dinamica stării pacientului.

Examinarea CT cerebrală non-contrast permite aprecierea exactă a localizării hematomului, calculul volumului hemoragiei, măsurarea dislocării cerebrale transversale, determinarea dislocării axiale în dependență de dislocarea tectului și cisternelor bazale, examinarea în dinamică a focarului patologic general, care include volumul hemoragiei, zona edemului și ischemia perifocală a țesutului cerebral, prevenției HSA, modificărilor degenerativ-atrofice, plăcilor ateromatoase, sechelelor AVC hemoragic sau ischemic suportat.

AngioCT a fost efectuată la același aparatCT imediat după scanarea non-contrast. AngioCT cerebrală a fost efectuată în mod dinamic, utilizând următorii parametri: tensiunea curentului razelor 120 kV; intensitatea curentului – flexibilă, autoreglată în dependență de densitatea țesuturilor scanate cu minimum de 200 mA și maximum de 700 mA; tipul scanării – ”helical” – dinamic spiralat; timpul de rotație a tubului – 0,5 secunde cu lungimea completă a rotației de 360°; datele obținute cu grosimea secțiunii de 0,625 mm cu ”pitch” (interval de suprapunere) de 21,24 mm/sec.; detector activ – central (20 mm); timpul total de scanare – 7 secunde; înclinarea centrului 0°; câmpul mic de vizualizare (small body) cu diametrul de 25 cm.

Achiziționarea imaginilor a fost realizată la subiecții poziționați culcat pe spate, cu capul fixat și poziționat în hiperflexie pentru a preveni artefactele de mișcare. Volumul datelor a fost obținut de la nivelul foramenului magnum de deasupra vertexului în direcție cranio-caudală și în timpul administrării unei cantități de 1 ml/kg de agent de contrast iodat neionic în concentrație de 320 mg/ml (nu mai mult de 100 ml) prin vena antecubitală cu ajutorul unui injector automat la un debit de 5 ml/s, urmată de administrarea a 40 ml de soluție fiziologică cu viteza de 5 ml/sec. Procesul de scanare era declanșat după injectarea automată rapidă a substanței de contrast - Visipaque (iodixanol) și apariția contrastului în artera carotidă comună pe secțiuni de monitorizare.

Primul pas în estimarea rezultatelor AngioCT cerebrale este vizualizarea secțiunilor primare axiale, achiziționate direct din datele neprelucrate. Ulterior, datele primare angiografice achiziționate au fost transferate, evaluate și interpretate interactiv la stația de postprocesare a imaginilor GE Power Workstation 4.4. Stația de postprocesare reconstruiește imaginile în orice fel de secțiune (din secțiune transversală în secțiune coronală sau sagitală) sau direct în volum 3D, este dotată cu aplicații speciale pentru a obține imagini de reconstrucție (reformatare) computerizată.

Reformatarea imaginilor sursă a fost efectuată pe stația de lucru offline (General Electric Power Workstation și Osirix Pro Apple Workstation) care generează funcții avansate de investigare. Evaluarea a fost realizată în cele trei planuri ortogonale cu grosimea feliei de 0,625 mm pentru vizualizarea ramurilor arteriale ale cercului Willis, iar în planul oblic-coronal, paralel cu clivus, pentru vizualizarea arterei bazilare și arterelor vertebrale la nivelul traiectului intracranian. Timpul de procesare a variat de la 20 la 30 de minute pentru fiecare examen [150].

Pentru toți pacienții din lotul de studiu, preoperatoriu la stația de postprocesare, imaginile de reconstrucție tridimensională au fost obținute și evaluate prin următoarele procedee: proiecție de intensitate maximă (PIM), reconfigurare volumetrică tridimensională (RV-3D) și neuronavigare.

PIM este un algoritm pentru vizualizarea pixelilor cu luminozitate maximă, care, cu toate acestea, are o utilitate limitată în AngioCT cerebrală, datorită atenuării mai mari a craniului, comparativ cu arterele intracraniene, și, prin urmare, trebuie eliminate când PIM este utilizată pentru reconstrucția imaginii. PIM este o procedură eficientă de postprocesare pentru verificarea și confirmarea prezenței anevrismelor identificate pe imaginile sursă, pentru detectarea anevrismelor suplimentare și pentru oferirea unor date clinice. Însă, metoda nu poate constata dacă o structură este situată în partea din față sau în partea din spate în baza unei singure imagini PIM [150].

Tehnica RV-3D este mai puțin simplă decât PIM și cere utilizatorului să definească praguri pentru selectarea de voxelii pe baza unităților Hounsfield. De exemplu, pentru structurile vasculare pragul este de 150 unități Hounsfield. Acest prag permite, în procesul de reconstituire 3D, reținerea în volumul de date a tuturor voxelilor a căror densitate este mai mare de 150 unități Hounsfield și eliminarea din volum a celor cu densitatea mai mică. În termeni practici, un astfel de prag selectează voxelii corespunzători produsului de contrast (vasele opace) și pe cele care conțin structuri osoase sau metalice. A doua posibilitate de segmentare este cunoscută sub numele de „dublu prag”, deoarece voxelii sunt selectați între două densități relativ apropiate. Voxelii cei mai apropiați sunt mai strălucitori, iar voxelii cei mai îndepărtați sunt mai întunecați [138, 150].

Reconfigurarea volumetrică tridimensională utilizează toate voxelurile într-un volum pentru a evita pierderea de informații, tipică pentru tehnica PIM. Acest procedeu cu substracția oaselor craniene elimină structurile osoase, frecvent suprapuse pe anevrismele cerebrale și pe vasele poligonului Willis, și permite o calitate mai bună a imaginii cu vizualizarea structurilor vasculare separat de substanța creierului și masivul osos [150]. Mai multe studii au demonstrat că

tehnica RV-3D cu substracția oaselor craniene posedă o acuratețe de diagnostic semnificativ mai mare pentru detectarea anevrismelor intracraniene, comparativ cu tehnica RV-3D fără substracție osoasă[70].

Odată ce anevrismul este identificat, tehnica RV-3D a fost utilizată pentru reprezentarea poziției și orientarea spațială a colului și sacului anevrismal, caracterizarea ramificațiilor arteriale de lângă colul anevrismal, relației dintre anevrism și anatomia osoasă locală și regională. Evaluarea anatomică exactă este utilă pentru selectarea adecvată a tratamentului. Pentru achiziționarea imaginilor cu substracție, din memoria stației de lucru au fost încărcate datele non-contrast și datele îmbunătățite cu contrast, care automat au fost segmentate pentru eliminarea selectivă a suprapunerilor osoase, a clipurilor chirurgicale și a calcificatelor țesuturilor moi, care provoacă artefacte și împiedică vizibilitatea vaselor adiacente.

Neuronavigarea 3D a anatomiei vasului și anevrismului, generată de autosegmentarea setului de date a AngioCT cerebrale și ajustată la vizualizarea chirurgicală, ajută în timpul tratamentului. Imaginea se poate roti pentru a localiza anevrismul, a înțelege geometria complexului arteră-anevrism, a înțelege anatomia ramificațiilor, a limita deschiderea cisternelor, a vizualiza structurile ascunse, a planifica traiectoria spre anevrism, a evalua proiecția domului anevrismal, a vedea pe ecran localizarea și mișcarea instrumentelor în câmpul operator real și a adapta abordarea chirurgicală. Astfel se reduce riscul de leziune a structurilor vitale[142].

Am utilizat sistemul de neuronavigare Medtronic Stealth 7. Imaginile preoperatorii au fost transferate în sistemul de neuronavigare. Sistemul a reformatat imaginile axiale în coronale și sagitale tridimensionale, care pot fi vizualizate în timp real, în fiecare din cele trei planuri. Imaginile permit planificarea chirurgicală și vizualizarea anevrismului în timpul intervenției chirurgicale [85].

Posibilitățile tehnicilor de reconstrucție a imaginilor Angio-CT ale anevrismelor poligonului Willis au fost evaluate prin prisma următorilor parametri principali: forma, localizarea, dimensiunile sacului și colului anevrismal. Drept parametri secundari de evaluare și comparare a imaginilor au servit: direcția vectorului anevrismal, volumul anevrismului, configurația, prezența lobulilor secundari, modificările patologice ale arterei materne și ale vascularizației generale cerebrale (vasospasm, stenoză, prezența plăcilor ateromatoase, modificări asociate hipertensiunii arteriale), raportul anevrismului cu structurile vasculare adiacente, prezența ramurilor vasculare eferente din anevrism, raportul anevrismului cu structurile osoase adiacente, cu structurile anatomice ale sinusului cavernos, cu sectoarele de AVC (ischemic și/sau hemoragic), prezența, localizarea, extinderea trombozei intramurale și/sau calcifierilor parietale

ale sacului anevrismal, anatomia sinusului frontal, procesului clinoidanterior (planificarea clinoidectomiei), poziția planșeului orbital, vizibilitatea clipsului neurochirurgical și a structurilor vasculare, adiacente clipsului.

Evaluarea și interpretarea imaginilor imagistice și stabilirea diagnosticului au fost efectuate independent de către doi neuroradiologi cu experiență de cel puțin 10 ani, inclusiv și în diagnostic vascular. Dezacordurile între observatori au fost rezolvate prin consens.

Aneurismele au fost clasificate în funcție de următoarele caracteristici[8, 19, 68, 92]:

1. Localizare în poligonul Willis:

- Aneurisme originare din circulația anterioară: artera carotidă internă, artera comunicantă anterioară, artera cerebrală anterioară (A1, A2), artera cerebrală medie (M1, M2), artera comunicantă posterioară.

- Aneurisme provenite din circulația posterioară: artera bazilară (regiunea apicală), artera cerebrală posterioară (P1, P2).

2. Dimensiune:

- aneurisme gigante: ≥ 25 mm
- aneurisme mari: 11-25 mm
- aneurisme mici: 3-10 mm
- aneurisme foarte mici (micro): <3 mm.

3. Col anevrismal:

- aneurism cu col îngust: $\text{diametru col/diametru sac} < 1/3$
- aneurism cu col larg: $\text{diametru col/diametru sac} \geq 1/3$.

În funcție de tratament aneurismele au fost clasificate ca:

1. Tratate:

- complet dispărute (aneurism exclus complet din circuitul sanguin la angiografie)
- netratate (aneurismul nu a fost exclus complet din circuitul sanguin la angiografia CT)
- reziduale (aneurismul a fost parțial exclus din circuitul sanguin la angiografia CT).

Calitatea imaginii AngioCT în ansamblu a fost înregistrată pe o scală de 3 puncte: gradul 3 - imagini de calitate suficientă pentru interpretare fără artefacte, gradul 2 - imagini cu artefacte ușoare care nu au interferat cu interpretarea, gradul 1 - imagini inadecvate cu artefacte severe care au interferat cu interpretarea [67].

Vizibilitatea eficientă a vaselor a fost apreciată după măsurarea acumulării contrastului în sifonul arterei carotidiene interne bilateral în unități absolute Hounsfield, apoi suma este

divizată la 2. Vizibilitatea vaselor la angiografie a fost înregistrată ca "eficientă" dacă densitatea lumenului arterei carotidiene interne a fost mai mare de 200 unități Housfield.

Următorii parametri au fost evaluați pentru fiecare examinare și pentru fiecare tehnică de reformatare (axial, PIM și RV-3D) utilizând o scală de 1 la 5:

- ✓ posibilitatea de urmărire a arterelor cerebrale medii, arterelor cerebrale anterioare, arterelor cerebrale posterioare, arterei bazilare, arterelor carotide interne, porțiunii cavernoase a arterelor carotide interne și arterelor comunicante (5 - ramură arterială trasabilă pentru întreaga lungime, 1 - ramură arterială netrasabilă sau trasabilă pe o porțiune);
- ✓ omogenitatea de îmbunătățire a vasului (5 - excelent, 1 - nesatisfăcător);
- ✓ suprapunerea structurilor osoase (5 - neinfluențat, 1 - influențat spre punctul de împiedicare a vizualizării vasului);
- ✓ identificarea calcificărilor parietale (5 - excelentă, 1 - nesatisfăcătoare);
- ✓ gradul de adecvare a reconstrucțiilor pentru recunoașterea bolii (5 - adecvate, 1 - nesatisfăcătoare) [150].

Evaluarea pentru fiecare tehnică s-a efectuat pe o scală de 5 puncte [42]:

- ✓ calitatea imaginii de ansamblu: 5 - calitate excelentă, 4 - calitate bună, 3 - calitate adecvată, 2 - calitate acceptabilă și 1 - calitate inacceptabilă;
- ✓ contrastul vaselor: 5 - contrast excelent, 4 - contrast bun, 3 - contrast adecvat, 2 - contrast acceptabil și 1 - contrast inacceptabil;
- ✓ impactul artefactelor imaginii: 5 - absența completă a artefactelor, 4 - artefactele ușor interferează cu decizia de diagnosticare, 3 - artefactele moderat interferează cu decizia de diagnosticare, 2 - artefactele pronunțat interferează cu decizia de diagnosticare, deși este încă posibil să se ajungă la un diagnostic și 1 - artefactele împiedică complet luarea deciziilor de diagnostic;
- ✓ impactul artefactelor dentare: 5 - absența completă a artefactelor, 4 - artefactele ușor interferează cu decizia de diagnostic, 3 - artefactele moderat interferează cu decizia de diagnostic, 2 - artefactele pronunțat interferează cu decizia de diagnosticare, deși nu este imposibilă și 1 - artefactele împiedică complet diagnosticul;
- ✓ delimitarea calcificărilor peretelui vascular cu contrastul din lumenul vasului: 5 - delimitare excelentă, 4 - delimitare bună, 3 - delimitare adecvată, fără siguranță deplină de calcifieri vasculare, 2 - delimitare slabă și 1 - incapacitate completă de delimitare a calcificărilor vasculare [42].

2.4. Metode de procesare statistică a rezultatelor

În scopul procesării statistice a materialului au fost elaborate fișe speciale unde erau codificate datele social-demografice, factorii de risc, datele anamnezei, tabloul clinic preoperator, rezultatele examenului clinic, rezultatele explorărilor paraclinice, inclusiv examenului CT cerebral nativ și AngioCT cerebral cu procedeele de reconstrucție (axial, PIM, RV-3D și neuronavigare), caracteristica intervenției chirurgicale, re-operației și tabloului imagistic postoperator.

Materialele primare ale studiului au fost procesate computerizat cu ajutorul funcțiilor și modulelor programelor „Statistical Package for the Social Science” (SPSS-16) și EXCEL prin metode de analiză variațională, corelațională și discriminantă.

Pentru analizarea comparativă a valorilor indicatorilor am aplicat tehnici matematico-statistice (indicatori ai seriilor dinamice, indicatori de proporție, valori medii etc.) [4].

Pentru prelucrarea statistică am aplicat un set de operații efectuate prin procedee și tehnici de lucru specifice [4]:

- sistematizarea materialului prin procedee de centralizare și de grupare statistică, după parametri și niveluri, obținând valorile indicatorilor primari și seriile de date statistice;
- calcularea valorilor indicatorilor derivați în dependență de forma repartizării - indicatorii relativi, ai tendinței centrale, dispersiei, formei de repartiție, variației în timp și spațiu, coeficientul t-Student:

$$\bullet \text{ Rata: } P = \frac{X \times 10^n}{Y} \quad (2.2)$$

P - rata

X - eveniment

Y - mediu care a produs acest eveniment

10^n - multiplicator

$$\bullet \text{ Media aritmetică simplă: } \bar{Xa} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.3)$$

$\bar{X}_a$ - media aritmetică a valorilor

Σ - simbolul sumării

x_i - valorile unei variabile

n - numărul total de investigații

• Eroarea valorii medii: $ES = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ (2.4)

ES - devierea valorii medii aritmetice

σ - devierea standard

$\sqrt{}$ - simbolul rădăcina pătrată

n - numărul total de cazuri (investigații)

• t - criteriul Student: $t = \frac{X_1 - X_2}{\sqrt{ES_1^2 + ES_2^2}}$ (2.5)

t - criteriul Student

$\bar{X}_1$ și $\bar{X}_2$ - valorile medii aritmetice ale totalităților comparate

$\sqrt{}$ - simbolul rădăcina pătrată

ES_1 și ES_2 - erorile mediilor aritmetice ale totalităților comparate.

- calcularea sensibilității și specificității în baza tabelului de contingență 2x2 (tabelul 2.5). Sensibilitatea reprezintă abilitatea unui test de a detecta subiecții pozitivi dintr-o populație, iar specificitatea reprezintă abilitatea unui test de a depista valorile negative dintr-o populație.

Tabelul 2.5. Tabelul de contingență 2x2

Rezultatul testului	Modificare		
	Prezentă	Absentă	Total
Pozitiv	a	b	a+b
Negativ	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	s+b+c+d

$$\text{Sensibilitatea (\%)} = \frac{a}{(a+c)} * 100 \quad (2.6)$$

$$\text{Specificitatea (\%)} = \frac{d}{(b+d)} * 100 \quad (2.7)$$

unde:

a – rezultat adevărat pozitiv

b – rezultat fals pozitiv

c – rezultat fals negativ

d – rezultat adevărat negativ.

- calcularea frecvențelor absolute (numere) și/sau relative (procente) pentru variabilele nominale sau categoriale, valorii medii și erorii standard a mediei pentru variabilele continue;
- compararea variabilelor discrete aplicând testul χ^2 după Pearson pentru tabelele de contingență pe eșantioane mari; testul χ^2 după Pearson cu corecția lui Yates pentru tabelele de contingență 2x2 cu un număr mic de observații (40-50) sau cu un număr de observații 20-50 dacă toate frecvențele așteptate (teoretice) sunt >5 ; metoda exactă după Fisher pentru tabelele de contingență 2x2 care nu satisfac criteriilor descrise anterior;
- diferența valorilor medii dintre grupuri utilizând testului „t” pentru eșantioane independente (în cazul variabilelor cu scală de interval și cu distribuție normală a valorilor) sau a testelor statisticii neparametrice (pentru variabile cu scală ordinară sau cu scală de interval și cu distribuție anormală a valorilor);
- analiza de varianță cu aplicarea testelor de analiză post-hoc pentru testarea diferenței dintre valorile medii în loturile de studiu;
- compararea rezultatelor și aprecierea gradului de intensitate a legăturilor statistice și a influenței factorilor asupra variației fenomenelor studiate utilizând procedeul corelației, riscului relativ, coeficienții Student, Fisher și Spearman;
- analiza parametrilor statisticii descriptive (tabele de frecvențe, grafice, indicatori numerici - valoarea cea mai mică, valoarea cea mai mare, media etc.) și inferențiale (estimarea caracteristicilor populației și testarea ipotezelor statistice);
- prezentarea datelor statistice prin procedee tabelare și grafice;
- statistic semnificative am considerat diferențele, când valoarea bilaterală $p < 0,05$.

2.5. Concluzii la capitolul 2

1. În scopul evaluării aspectelor de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații a anevrismelor cerebrale am examinat 268 de pacienți și rezultatele CT cerebrale native și AngioCT cerebrale a pacienților examinați și tratați în INN în perioada 2008-2014.
2. Pentru evaluarea comparativă a tehnicilor de reconstrucție a AngioCT, în studiu au fost incluși 140 de pacienți (40,7% bărbați și 59,3% femei) în vârstă de 19-78 de ani cu anevrisme cerebrale ale poligonului Willis, evaluați prin trei procedee de reconstrucție în baza AngioCT cerebrale: axial, PIM și RV-3D. Vârsta medie a acestui grup de pacienți era de $51,51 \pm 1,1$ ani.
3. Procesarea datelor primare a fost efectuată cu ajutorul funcțiilor și modulelor programelor SPSS-16 și EXCEL la calculatorul personal prin proceduri statistice descriptive și inferențiale. Statistic semnificative am considerat diferențele, când valoarea bilaterală $P < 0,05$.

3. ANGIOGRAFIA PRIN TOMOGRAFIE COMPUTERIZATĂ ÎN DIAGNOSTICAREA ANEVRISELOR POLIGONULUI WILLIS

3.1. Caracteristica generală a anevrismelor cerebrale în baza angiografiei prin tomografie computerizată: aspecte de epidemiologie, localizare, evoluție și complicații

Pacienților din lotul de studiu au fost realizate de la 1 până la 6 AngioCT, în medie $1,19 \pm 0,01$ investigații. În total la 268 de pacienți a fost diagnosticat anevrism intracerebral. HSA a fost diagnosticată la 193 (72,0%) de pacienți, HIC fără HIV la 115 (42,9%) pacienți, HIC cu HIV la 74 (27,6%) de pacienți și AVC ischemic la 35 (13,1%) de pacienți. De menționat că diferite combinații ale acestor diagnostice au fost constatate în 139 (51,8%) de cazuri.

Examenul imagistic angiografic a fost patologic la toate 268 (100,0%) de persoane, anomalii vasculare au fost diagnosticate la 3 (1,1%) de persoane, tumori la 1 (0,4%) persoană, anevrism pe arterele poligonului Willis la 246 (91,8%) de persoane și anevrism pe arterele extra-Willis la 28 (10,4%) de persoane (figura 3.1). Diferite combinații ale acestor diagnostice au fost constatate în 10 (3,7%) cazuri.

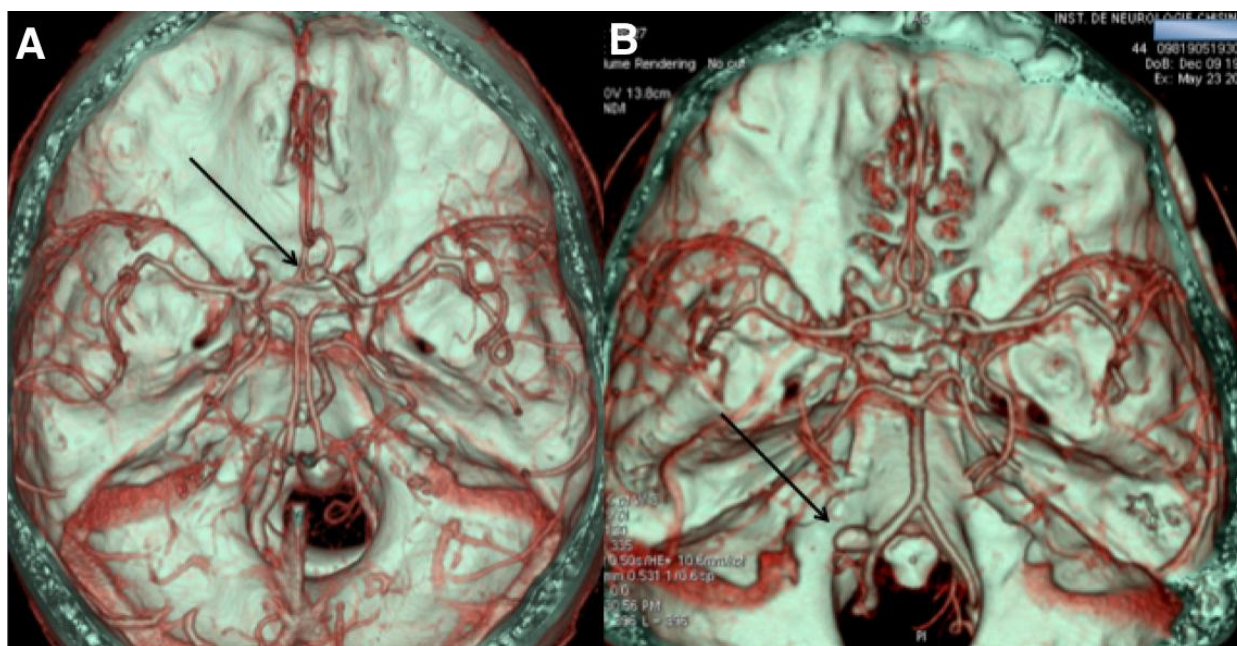


Figura 3.1. Angiografie prin Computer Tomografie. Anevrisim al poligonului Willis și extra-Willis. A – bărbat, 45 de ani, anevrisim al poligonului arterial Willis: anevrisim mic al arterei comunicante anterioare (săgeata), hipoplazia segmentului A1 al arterei cerebrale anterioare pe stânga. B – bărbat, 44 de ani, anevrisim arterial cerebral extra-Willis: anevrisim mic al arterei vertebrale pe stânga (săgeata).

Un anevrism a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți, două anevrisme - la 35 (13,0%) de pacienți și trei anevrisme - la 8 (3,0%) pacienți (figura 3.2).

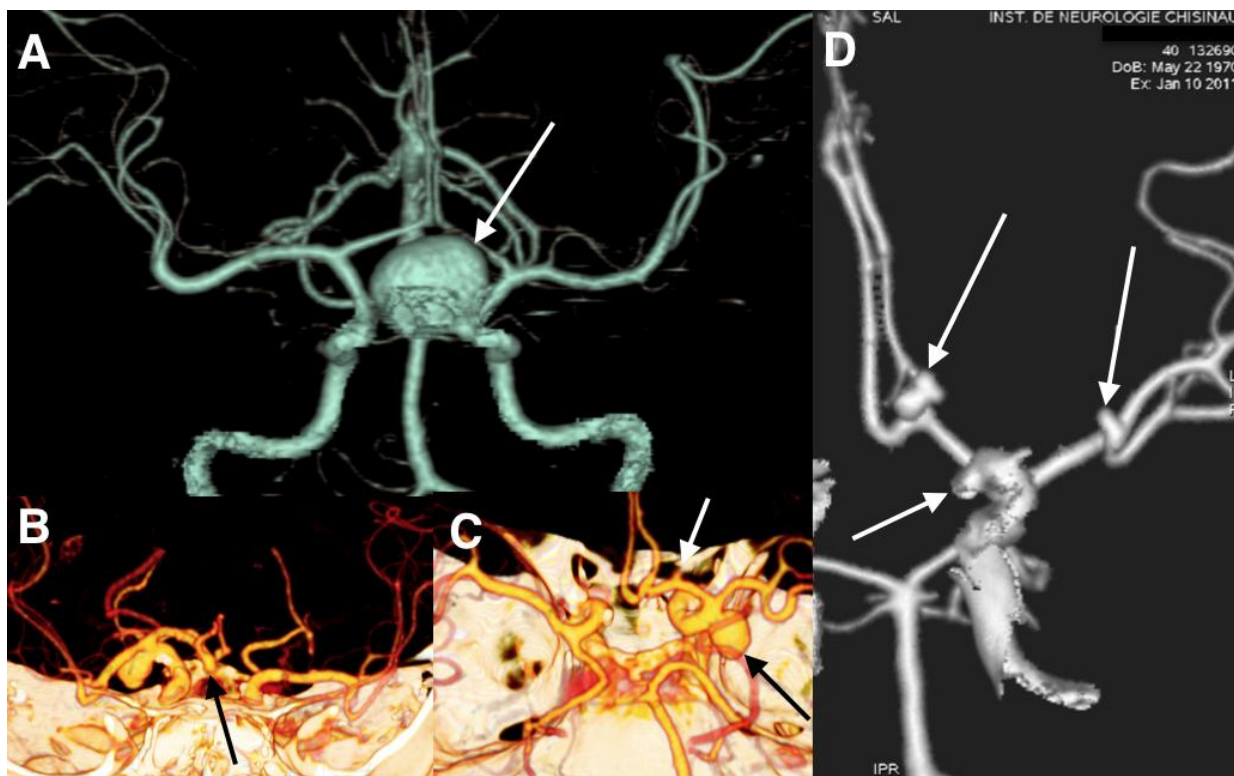


Figura 3.2. AngioCT. Aneurism unic și aneurism multiplu. A – femeie, 37 de ani. Aneurism unic gigant intraselar al arterei carotide interne pe stânga, care simula adenom hipofizar. B, C – bărbat, 68 de ani. Aneurisme multiple cerebrale: aneurism mic al arterei comunicante anterioare (săgeata, B), aneurism mare al arterei carotide interne pe dreapta (săgeata neagră, C), micro-aneurism al segmentului A1 al arterei anterioare pe dreapta (săgeata albă, C). Hipoplazia segmentului A1 pe stânga. D – bărbat, 40 de ani. Aneurisme multiple cerebrale mici: al arterei carotide interne și arterei cerebrale medii pe dreapta, al arterei comunicante anterioare (săgețile). Hipoplazia segmentului A1 pe stânga.

Aneurism unic. Aneurismele unice erau localizate pe următoarele artere ale poligonului Willis (în total 203): ACoA la 108 (53,2%) de pacienți, ACoP la 8 (3,9%) pacienți, ACI la 41 (20,2%) de pacienți, ACA (a1, a2) la 1 (0,5%) pacient, ACM (m1, m2) la 36 (17,7%) de pacienți, ACP (p1, p2) la 1 (0,5%) pacient și AB, apex la 8 (3,9%) pacienți (figura 3.3).

Aneurismele unice extra-Willis (în total 22) erau plasate pe ACM (m3, m4) la 3 (13,6%) pacienți, artera pericaloasă la 6 (27,3%) pacienți, AV la 3 (13,6%) pacienți, trunchiul AB la 2 (9,1%) pacienți, AICA, PICA, AAI la 4 (18,2%) pacienți, ACA (a3) la 3 (13,6%) pacienți și ACP (p3, p4) la 1 (4,5%) pacient. Aneurisme pe artera oftalmică și ACS nu au fost depistate.

Aneurismele unice erau localizate în circulația anterioară la 203 (90,2%) pacienți și în circulația posterioară la 22 (9,8%) de pacienți, erau saculare la 217 (96,4%) pacienți și fusiforme la 8 (3,6%) pacienți.

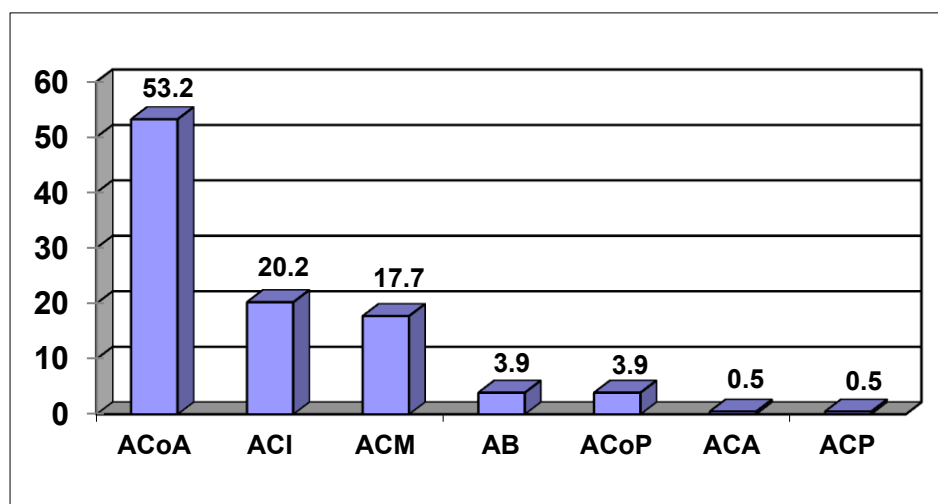


Figura 3.3. Localizarea anevrismelor pe arterele poligonului Willis (%) conform examenului prin AngioCT

În funcție de dimensiune, anevrismele au fost divizate în 4 grupuri: micro (până la 3mm) – 31 (13,8%), mici (3-10mm) – 146 (64,9%), mari (11-25 mm) – 37 (16,4%) și gigante (>25 mm) – 11 (4,9%) (figura 3.4, 3.5).

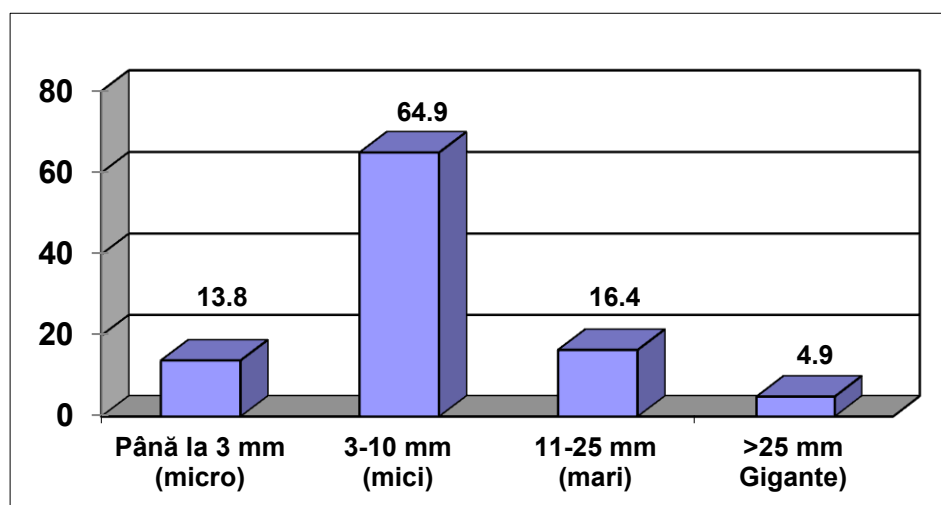


Figura 3.4. Repartizarea anevrismelor (%) în funcție de dimensiune

Anevrism multiplu. Al doilea anevrism (în total 35) era situat pe următoarele artere ale poligonului Willis: ACoA la 1 (3,1%) pacient, ACoP la 5 (15,6%) pacienți, ACI la 7 (21,9%) pacienți, ACA (a1, a2) la 2 (6,3%) pacienți, ACM (m1, m2) la 13 (40,6%) pacienți, ACP (p1, p2) la 1 (3,1%) pacient și AB la 3 (9,4%) pacienți. Anevrismele extra-Willis erau localizate pe ACM (m3, m4) la 1 (33,3%) pacient, pe artera pericaloasă la 1 (33,3%) pacient și pe ACA (a3) la 1 (33,3%) pacient.

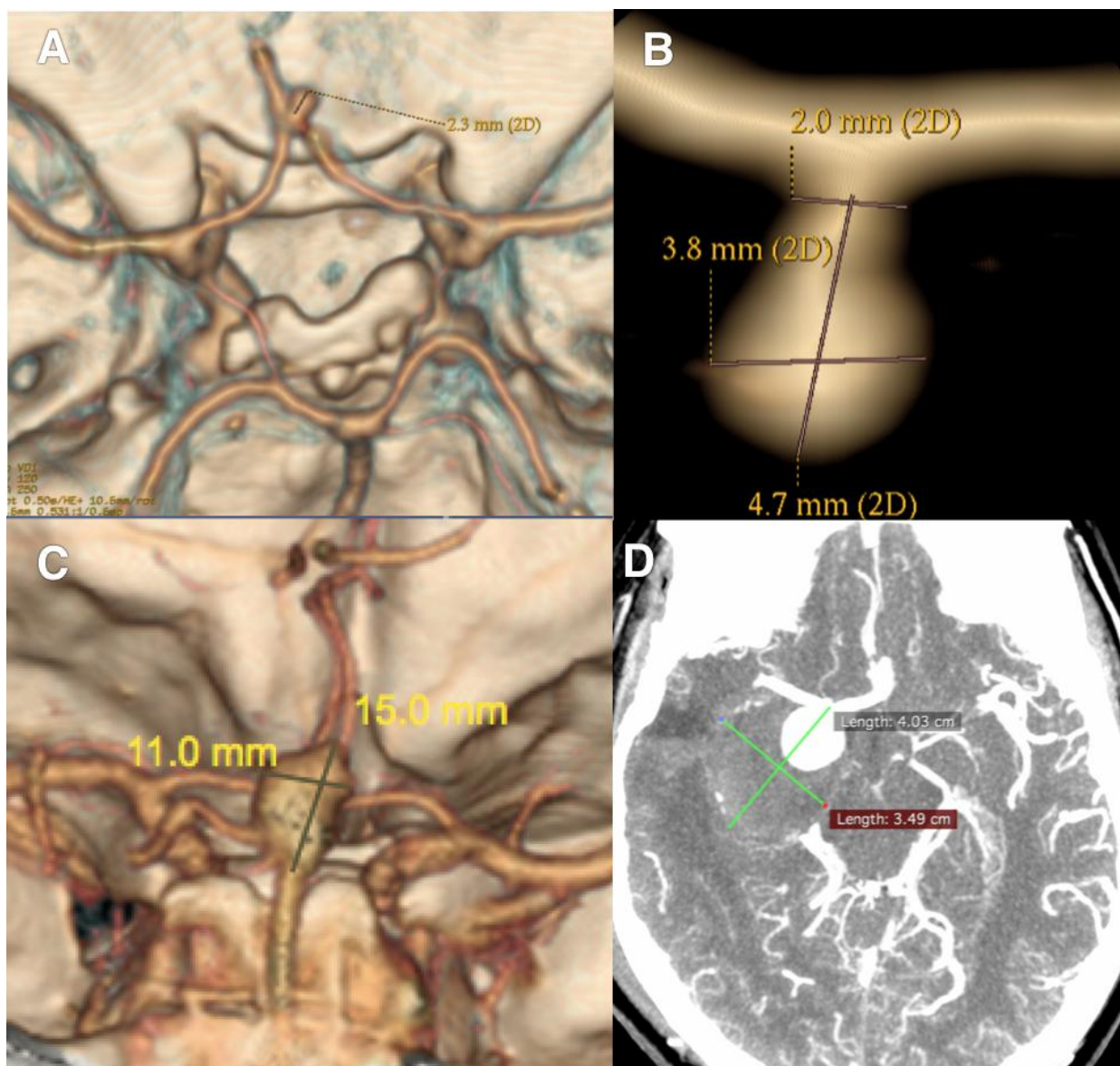


Figura 3.5. AngioCT. Dimensiunile anevrismelor cerebrale. A – microanevrism al arterei comunicante anterioare, B – anevrism mic al arterei medii pe stânga, C – anevrism mare al arterei bazilare, D – anevrism gigant parțial trombozat al arterei cerebrale medii pe stânga.

Anevrismele erau localizate în circulația anterioară la 29 (82,9%) de pacienți și în circulația posterioară la 6 (17,1%) pacienți, erau saculare la 34 (97,1%) de pacienți și fusiforme la 1 (2,9%) pacient.

În funcție de dimensiune, anevrismele erau mai mici de 3mm în 13 (37,1%) cazuri, de 3-10 mm în 21 (60,0%) de cazuri și de 11-25 mm în 1 (2,9%) caz.

Al treilea anevrism (în total 8 anevrisme saculare) era situat pe următoarele artere ale poligonului Willis: ACoP la 1 (14,3%) pacient, ACI la 4 (57,1%) pacienți și ACM (m1, m2) la 2 (28,6%) pacienți. A fost diagnosticat doar 1 caz de anevrism extra-Willis, localizat pe ACA (a3). În circulația anterioară au fost localizate 7 (87,5%) anevrisme și în circulația posterioară - 1

(12,5%) anevrism, 6 (75,0%) anevrisme aveau o dimensiune sub 3 mm și 2 (25,0%) anevrisme - în limitele 3-10 mm.

Din totalul anevrismelor au erupt acut 196 (73,1%) de anevrisme, au erupt în antecedente 16 (6,0%) anevrisme și nu au erupt 56 (20,9%) de anevrisme.

În lotul de studiu a pacienților cu anevrism au fost diagnosticate următoarele complicații precoce (în perioada internării în spital, la momentul externării sau consultației în cazul când pacientul nu a fost internat în spital): cefalee/deficit neurologic focal/dereglări cognitive în 178 (66,4%) de cazuri, hemipareză/hemiplegie în 108(40,3%) cazuri, comă în 77 (28,7%) de cazuri, stop cardiac/respirator în 67 (25,0%) de cazuri, complicații extracerebrale în 61 (22,8%) de cazuri, ischemie cerebrală acută în 47 (17,5%) de cazuri, HIC/HIV/HSA intraoperatorie/postoperatorie în 47 (17,5%) de cazuri, hidrocefalie în 40 (14,9%) de cazuri, meningoencefalită/pneumonie/sepsis în 36 (13,4%) de cazuri. Diferite combinații ale acestor complicații au fost constatate la 165 (61,6%) de pacienți. Au fost constatate 68 (25,4%) de decese. Complicații nu au prezentat 38 (14,2%) de pacienți (tabelul 3.1).

Tabelul 3.1. Frecvența complicațiilor la pacienții cu anevrisme intracerebrale

Complicații	Frecvența	
	abs.	%
Cefalee/deficit neurologic focal/ dereglări cognitive	178	66,4
Hemipareză/hemiplegie	108	40,3
Comă	77	28,7
Stop cardiac/respirator	67	25,0
Complicații extracerebrale	61	22,8
Ischemie cerebrală acută	47	17,5
HIC/HIV/HSA intraoperatorie/postoperatorie	47	17,5
Hidrocefalie	40	14,9
Meningoencefalită/pneumonie/sepsis	36	13,4
Fără complicații	38	14,2

3.2. Detectarea, cuantificarea și caracterizarea anevrismelor cerebrale

Factorii de risc. Printre cei mai importanți factori de risc la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis au fost diagnosticați HTA în 103 (73,6%) cazuri și obezitatea în 30 (21,4%) de cazuri. Factori de risc nu au fost depistați doar la 28 (20,0%) de pacienți.

În funcție de riscul pentru dezvoltarea complicațiilor vasculare, determinat de HTA, 65 (46,4%) de pacienți prezentau risc foarte înalt, 28 (20,0%) de pacienți prezentau risc înalt, 9 (6,4%) pacienți prezentau risc mediu și doar 1 (0,7%) pacient prezenta risc minimal.

În lotul de pacienți cu aneurisme ale poligonului Willis au fost constatate următoarele patologii asociate: DZ în 10 (7,1%) cazuri, afecțiuni renale în 11 (7,9%) cazuri, boli cardiovasculare în 63 (45,0%) de cazuri, tumori intracraniene în 2 (1,4%) cazuri, MAV în 4 (2,9%) cazuri.

Tabloul clinic preoperator. În peste 2/3 din cazuri (96 - 68,6%) debutul clinic preoperator al aneurismului poligonului Willis s-a manifestat pe fondalul crizei hipertensive. Sincopă au prezentat 60 (49,2%) de pacienți. Starea de conștiință era clară, iar pacientul orientat în 81 (57,9%) de cazuri, pacientul era dezorientat în 28 (20,0%) de cazuri, obnubilat în 17 (12,1%) cazuri, era în sopor sau stupor în 8 (5,7%) cazuri și în comă în 6 (4,3%) cazuri (figura 3.6).

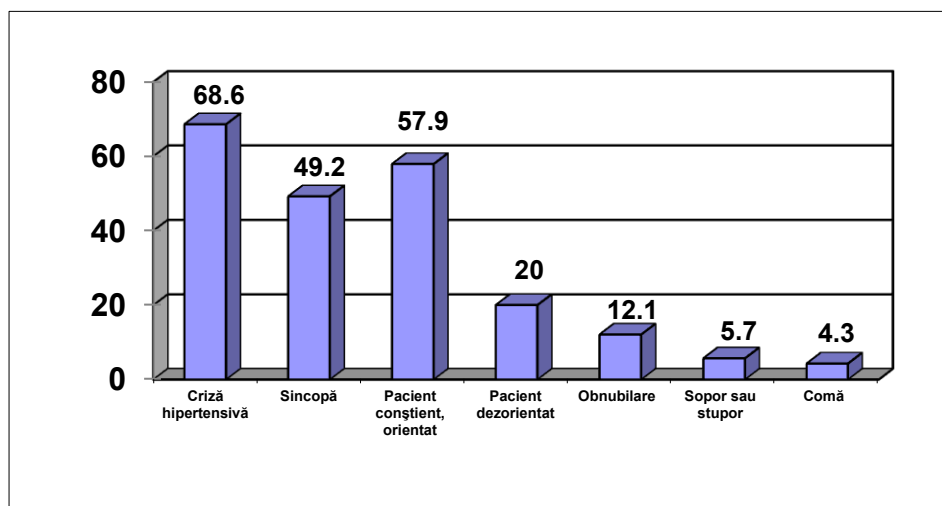


Figura 3.6. Debutul clinic preoperator (%) la pacienții cu aneurism al poligonului Willis

Gradul I al scalei de severitate a HSA Hunt și Hess (1968) a fost constatat în 45 (32,1%) de cazuri, gradul II - în 57 (40,7%) de cazuri, gradul III - în 29 (20,7%) de cazuri, gradul IV - în 7 (5,0%) cazuri și gradul V - în 2 (1,4%) cazuri. Valoarea medie a scalei de severitate a HSA Hunt și Hess reprezenta $1,86 \pm 0,1$ puncte.

Gradul I al scalei de severitate a HSA WFNS (1988) a fost constatat în 59 (42,2%) de cazuri, gradul II - în 42 (30,0%) de cazuri, gradul III - în 31 (22,1%) de cazuri, gradul IV - în 7 (5,0%) cazuri și gradul V - în 1 (0,7%) caz. Valoarea medie a scalei de severitate a HSA WFNS reprezenta $1,74 \pm 0,1$ puncte (figura 3.7).

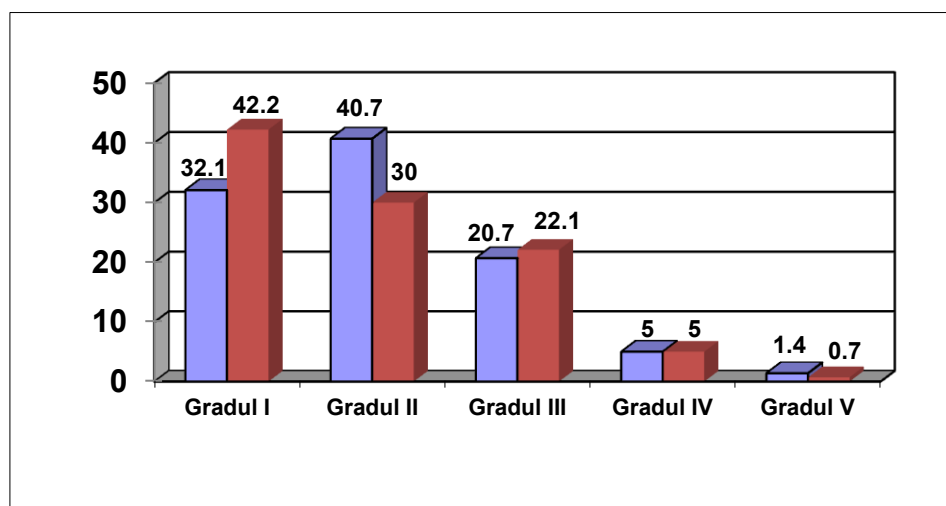


Figura 3.7. Gravitatea anevrismului poligonului Willis (%) în funcție de scalele de severitate a HSA Hunt și Hess și WFNS

Stadializarea tulburărilor stării de conștiință a fost apreciată la admitere conform scalei GCS. Tulburările erau asimptomatice la 16 (11,4%) pacienți. Dereglări ușoare (13-15 puncte) au prezentat 106 (75,7%) pacienți, dereglări moderate (9-12 puncte) – 13 (9,3%) pacienți și dereglări severe (6-8 puncte) – 5 (3,6%) pacienți. Valoarea medie a tulburărilor stării de conștiință conform scalei GCS reprezenta $12,09 \pm 0,4$ puncte.

CT nativă. La 140 de pacienți au fost efectuate 373 de examinări CT nativ. Fiecărui pacient au fost efectuate de la 1 până la 8 examinări CT native, în medie $2,66 \pm 0,1$ examinări. Examenul CT nativ a constatat anevrism vizibil în 25 (17,9%) de cazuri, rezultat sugestiv pentru anevrism în 17 (12,1%) cazuri și anevrismul nu era vizibil în 98 (70,0%) de cazuri (figura 3.8).

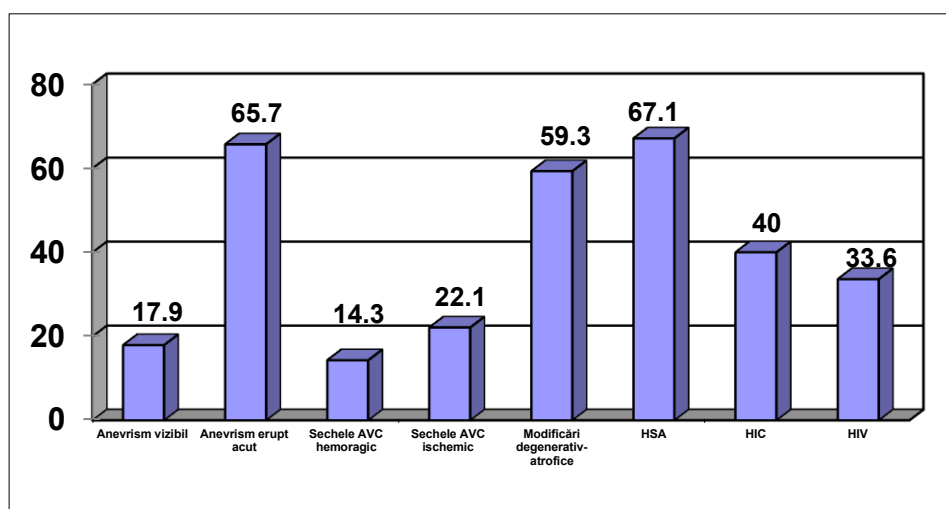


Figura 3.8. Rezultatele examenului CT nativ(%) la pacienții cu anevrism al poligonului Willis

Anevrism al poligonului Willis erupt acut a fost diagnosticat la 92 (65,7%) de pacienți, erupt suportat în antecedente la 13 (9,3%) de pacienți și neerupt la 35 (25,0%) de pacienți.

Sechele ale AVC hemoragic au fost constatate în 20 (14,3%) de cazuri, sechele ale AVC ischemic - în 31 (22,1%) de cazuri, plăci ateromatoase vizibile nativ în sifoanele arterelor carotide interne - în 84 (60,0%) de cazuri, inclusiv exprimate la 34 (24,3%) de pacienți, moderate la 13 (9,3%) pacienți și nesemnificative la 37 (26,4%) de pacienți, modificări degenerative atrofice cerebrale - în 83 (59,3%) de cazuri, inclusiv exprimate la 17 (12,1%) pacienți, moderate la 32 (22,9%) de pacienți și nesemnificative la 34 (24,3%) de pacienți.

HSA a fost diagnosticată la 94 (67,1%) de pacienți, HIC - la 56 (40,0%) de pacienți și HIV - la 47 (33,6%) de pacienți.

În funcție de gradul HSA după Fisher, pacienții au fost divizați în 4 grupe: gradul I – 4 (2,9%) cazuri, gradul II – 12 (8,6%) cazuri, gradul III – 10 (7,1%) cazuri și gradul IV – 68 (48,6%) de cazuri.

Deplasarea structurilor mediane varia de la 0 până la 17 mm cu o valoare medie de $0,8 \pm 0,2$ mm.

Edem cerebral au prezentat 96 (68,6%) de pacienți, inclusiv edem cerebral local 24 (17,1%) de pacienți, edem cerebral difuz moderat 57 (40,7%) de pacienți și edem cerebral global exprimat 15 (10,7%) pacienți.

Angiografia CT. La 140 de pacienți au fost efectuate 276 de AngioCT. Fiecare pacient a beneficiat de 1-6 AngioCT, în medie $1,97 \pm 0,1$ examinări. Vasele erau eficient vizibile în 140 (100,0%) de cazuri. Contrastul sifonului ACI a constituit în medie $391,39 \pm 7,4$ HU (de la 200 până la 585 HU).

În baza datelor AngioCT a fost efectuată navigarea 3D și planificarea virtuală a intervenției neurochirurgicale la toți 140 (100,0%) de pacienți cu anevrism intracranian, lucru deosebit de util în ariile de acces chirurgical dificil, la baza craniului și în structurile cerebrale profunde.

3D navigarea a cuprins vizualizarea tuturor structurilor vasculare, osoase și cerebrale la fiecare pacient individual cu aprecierea anatomo-topografică a modificărilor patologice ereditare și dobândite și include următorii parametri:

1. Numărul de anevrisme.
2. Localizarea anevrismului: artera maternă, lateralizarea, partea poligonului Willis.
3. Direcția vectorului anevrismal.
4. Dimensiunile sacului și colului anevrismal, volumul anevrismului.

5. Forma și configurația anevrismului.
6. Raportul anevrismului cu structurile vasculare adiacente și ramurile arteriale eferente din sacul sau colul anevrismal.
7. Raportul anevrismului cu structurile osoase adiacente.
8. Raportul anevrismului cu structurile anatomice ale sinusului cavernos.
9. Prezența, localizarea, extinderea trombozei intraluminale anevrismale și calcifierilor parietale.
10. Raportul anevrismului cu sectoarele de AVC (ischemic și/sau hemoragic).
11. Starea generală a arterelor intracraniene (vazospasm, modificări hipertensive).
12. Parametrii suplimentari necesari pentru planificarea intervenției virtuale neurochirurgicale: anatomia individuală a arterelor poligonului Willis (aplazie/hipoplazie), anatomia sinusului frontal, anatomia procesului clinoidal anterior (forma, pneumatizarea, acoperirea abordului spre anevrism, necesitatea clinoidectomiei), poziția planșeului orbital.

Realitatea virtuală 3D a corelat bine cu aspectul intraoperator. Sistemul a contribuit substanțial la planificarea chirurgicală prin următoarele avantaje: 1) oferă o înțelegere rapidă și mai bună a relațiilor spațiale anatomice și modificărilor patologice intracraniene, 2) simulează craniotomia și manipulările necesare la baza osoasă craniană și 3) simulează proiecția intraoperatorie a abordului chirurgical spre anevrism în poziția intraoperatorie viitoare a craniului.

Planificarea pre-operatorie se bazează pe imagini de reconstrucție 3D prin AngioCT. Imaginile 3D reconstruiesc pielea, craniul, arterele și venele cerebrale, anevrismul. Diferite forme și dimensiuni de craniotomie virtuală sunt generate pentru a optimiza vizualizarea anevrismului-țintă. Mărimea, forma și localizarea craniotomiei planificate și poziția capului pot fi determinate cu precizie înaltă prin această tehnică de neuronavigare. Sistemul permite de a lucra cu datele imagistice complexe, rapid, cuprinzător și intuitiv. 3D este o realitate virtuală, care corespunde anatomiei individuale la fiecare pacient, este esențială pentru aprecierea eficientă a ansamblului de informații spațiale chirurgicale obținute din masivul de date imagistice. Utilitatea acestui sistem este foarte dependentă de achiziția calitativă și precisă a datelor angiografice și manipularea eficientă în spațiul tridimensional.

După o scurtă perioadă de adaptare, sistemul este ușor de operat și este în prezent utilizat de rutină pentru planificarea preoperatorie în toate cazurile de anevrism intracranian. Utilizarea unui model virtual a pacientului a îmbunătățit semnificativ planificarea chirurgicală.

Anatomia patologică individuală a leziunilor intracraniene complexe a pacienților cu anevrism este evidențiată în detalii, permițând determinarea cu precizie a traiectoriei abordului chirurgical în modul cel mai minim invaziv.

Acest sistem permite manipularea cu datele 3D, evaluarea și aprecierea angio-arhitecturii individuale, localizării anevrismului în relații spațiale față de artera maternă, ramurile vasculare din vecinătate, structurile cerebrale și osoase adiacente, măsurate și apreciate din diferite unghiuri. Neuronavigarea și planificarea intervenției chirurgicale influențează selectarea tacticii de tratament, oferind o mai bună înțelegere a topografiei vasculare, precum și impactul acesteia asupra încrederii preoperatorii și intraoperatorii a chirurgului. Analiza detaliată și cuprinzătoare a datelor imagistice 3D, în experiența noastră, s-a dovedit a fi foarte utilă în stabilirea unei strategii chirurgicale optimale, sporind orientare spațială intraoperatorie a neurochirurgului.

Examenul prin AngioCT a constatat următoarele localizări ale anevrismelor poligonului Willis: ACoA la 77 (55,0%) de pacienți, ACoP la 6 (4,3%) pacienți, ACI la 30 (21,4%) de pacienți, ACM la 20 (14,3%) de pacienți și AB la 7 (5,0%) pacienți. Aneurisme localizate pe ACA și ACP nu s-au constatat (figura 3.9).

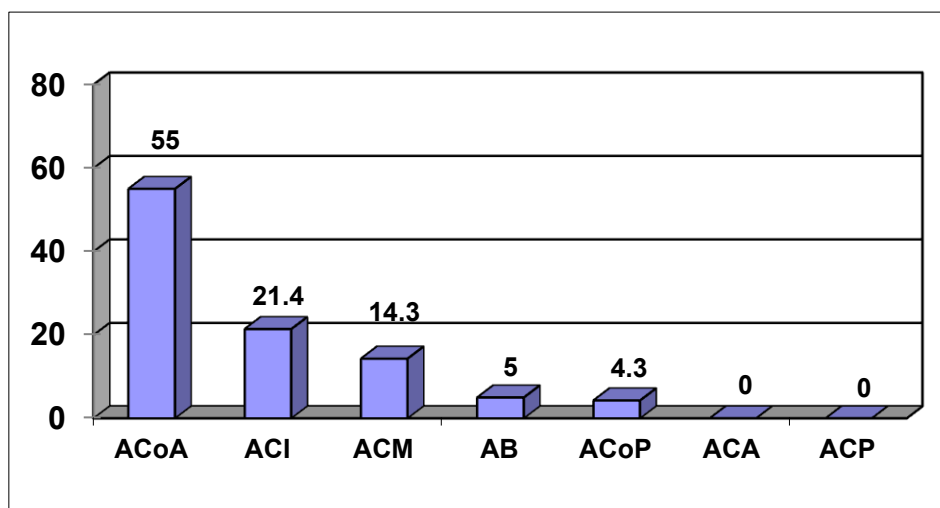


Figura 3.9. Localizarea anevrismelor pe arterele poligonului Willis(%) conform examenului prin AngioCT

Aneurismele erau unice la toți 140 (100,0%) de pacienți, în marea majoritate a cazurilor – 129 (92,1%) – erau localizate în partea anterioară a poligonului Willis și doar în 11 (7,9%) cazuri în partea posterioară. Aneurisme saculare prezentau 135 (96,4%) de pacienți (figura 3.10) și aneurisme fusiforme 5 (3,6%) pacienți (figura 3.11, 3.12, 3.13). Configurația anevrismului era

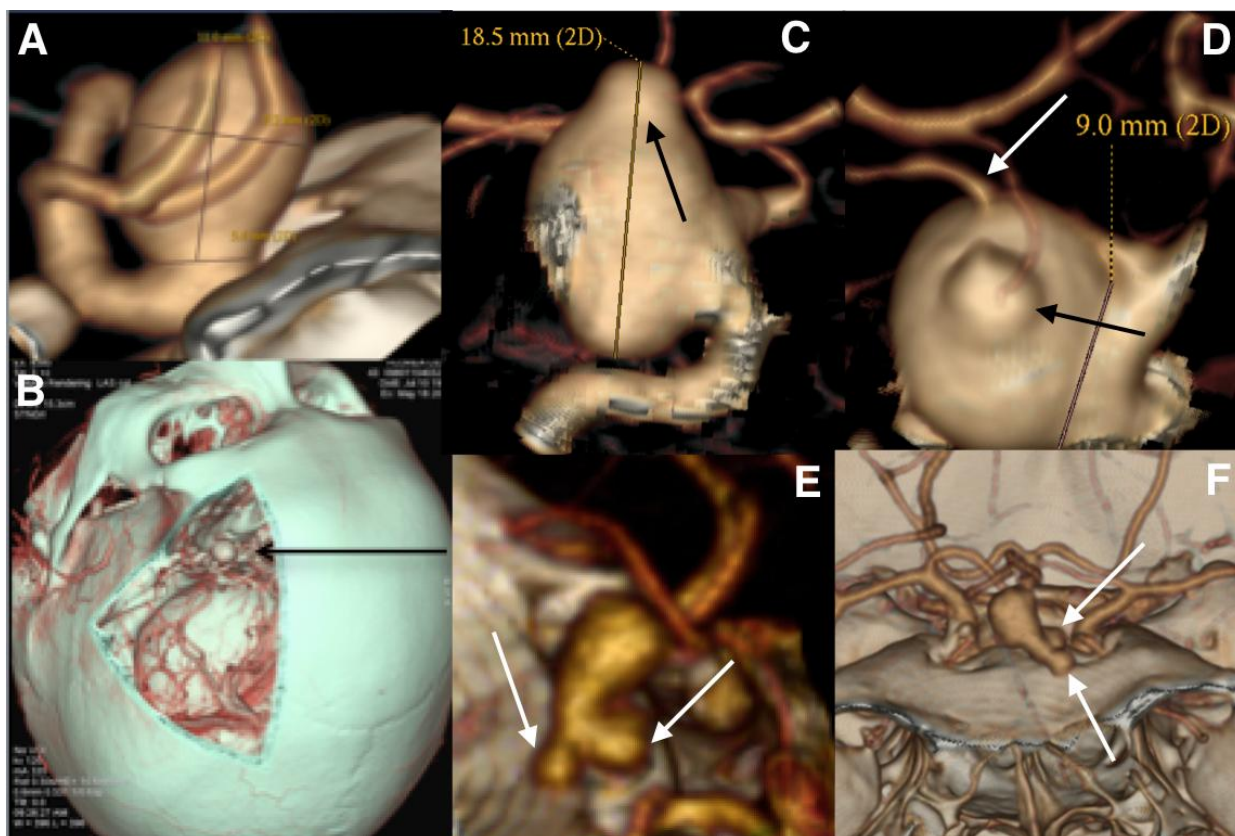


Figura 3.10. Angiografie prin computer tomografie. Forma saculară a anevrismelor cerebrale, diferite configurații. A – femeie, 43 de ani, anevrism al arterei carotide interne pe stânga. Configurația simplă ovoidală a anevrismului sacular. B – același pacient, proiecția vizualizării intraoperatorii a anevrismului. C, D – femeie, 49 de ani, anevrism al arterei carotide interne pe stânga. Configurația complexă polilobulată a anevrismului sacular. Lobuli secundari pe suprafața laterală a sacului anevrismal (săgeata neagră), vas eferent din sacul anevrismal (săgeata albă). E, F – bărbat, 54 de ani. Anevrisim complex polilobulat al arterei comunicante anterioare, lobuli secundari pe suprafața inferioară a sacului anevrismal.

unilobulară la 75 (53,6%) de pacienți, multilobulară la 60 (42,9%) de pacienți și nu s-a determinat la 5 (3,6%) pacienți cu anevrisime fusiforme.

Lateralizarea anevrismului spre linia mediană s-a constatat în 84 (60,0%) de cazuri, la dreapta în 23 (16,4%) de cazuri și la stânga în 33 (23,6%) de cazuri.

Vazospasm preoperator local prezentau 43 (30,7%) de pacienți, vazospasm difuz moderat 34 (24,3%) de pacienți și vazospasm global exprimat 6 (4,3%) pacienți. Vase hipertensiv modificate au fost depistate în 61 (43,6%) de cazuri.

Parametrii suplimentari necesari pentru neuronavigarea 3D și planificarea virtuală a intervenției neurochirurgicale:

1. Analiza anatomiei arterelor poligonului Willis cu aprecierea anomaliilor și variantelor de dezvoltare, în special aplazia și/sau hipoplazia segmentelor arteriale.

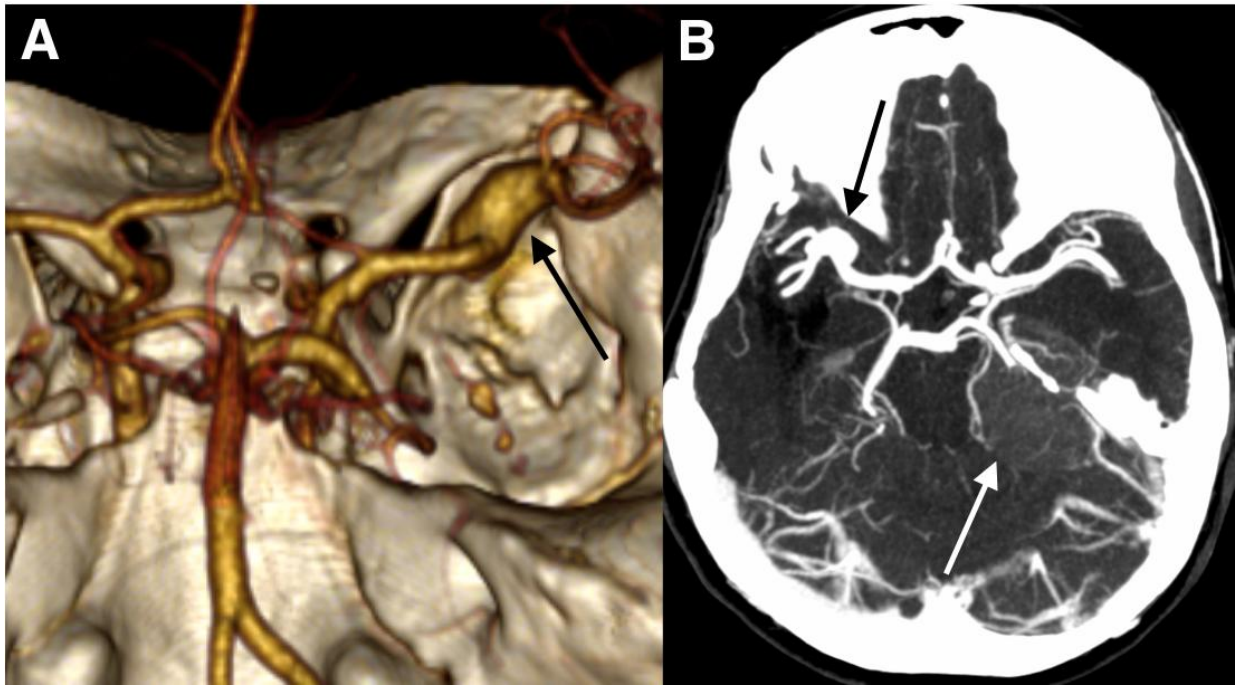


Figura 3.11. Angiografie prin computer tomografie. Forma fuziformă a anevrismului cerebral. A, B – femeie, 40 de ani, anevrism fuziform al arterei cerebrale medii pe dreapta (săgeata neagră), asociată cu meningiom de piramidă a osului temporal pe stânga (săgeata albă).

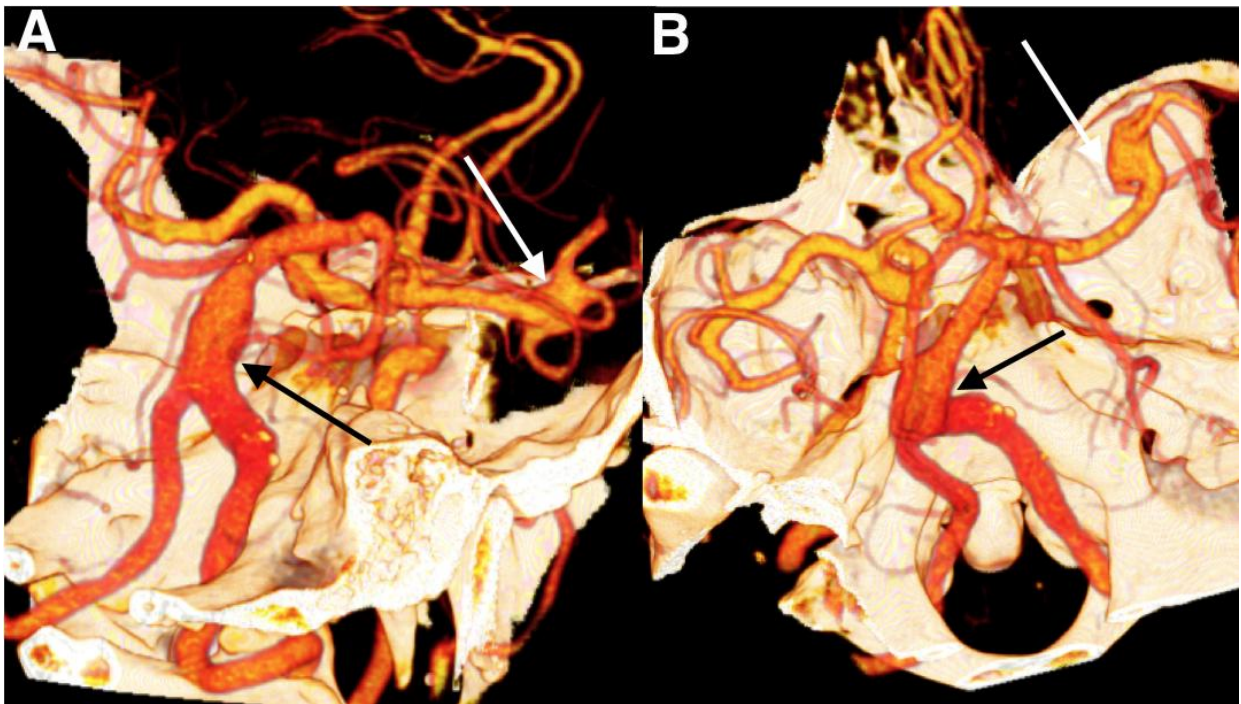


Figura 3.12. Angiografie prin computer tomografie. Forma fuziformă a anevrismului cerebral. A, B – bărbat, 57 de ani. Anevristm fuziform netrombozat al arterei bazilare cu extindere spre artera vertebrală pe dreapta, anevrism al trifurcației arterei cerebrale medii pe dreapta.

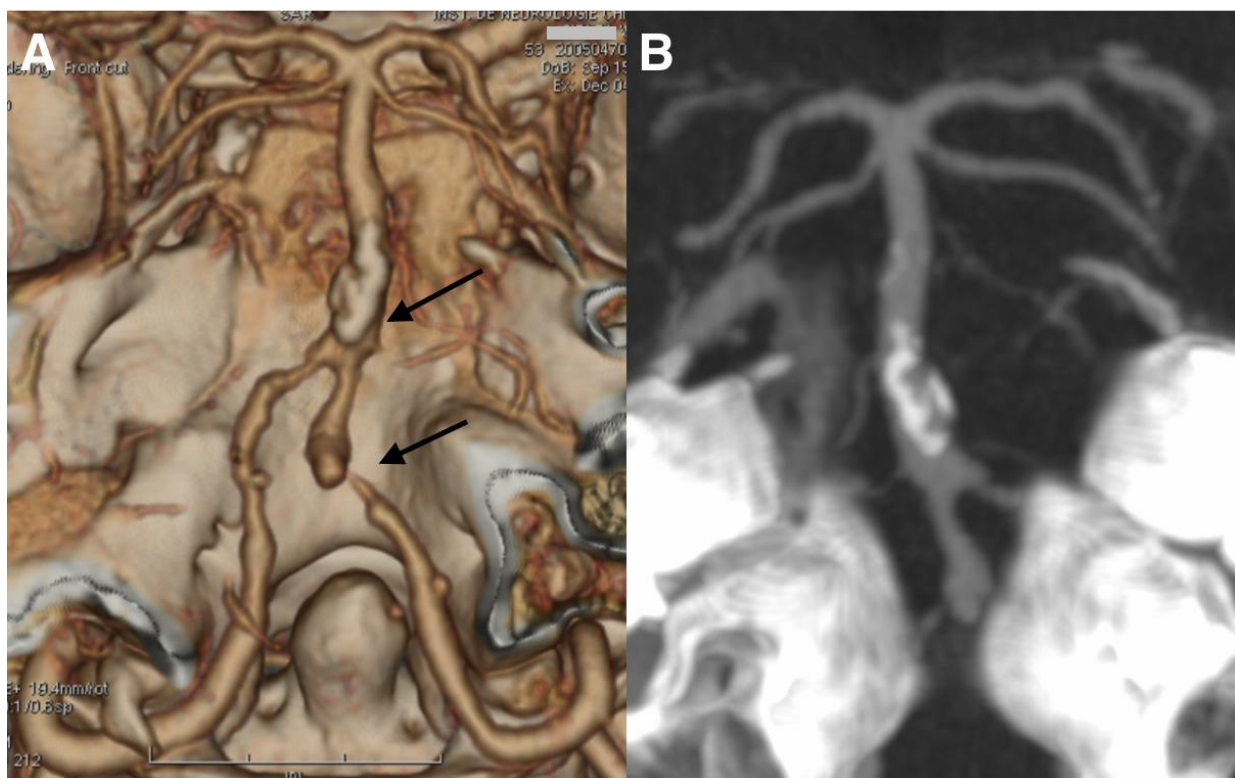


Figura 3.13. Angiografie prin computer tomografie. Bărbat, 53 de ani. Aneurism fuziform al arterei bazilare cu extindere spre artera vertebrală bilateral, trombozarea parțială a lumenului aneurismal, calcifieri parietale ale peretelui antero-posterior aneurismal. A – rendering volumului tridimensional. B – proiecția de intensitate maximă.

2. Anatomia sinusului frontal.
3. Anatomia individuală a osului clinoidal, în special procesului clinoidal anterior, pentru aprecierea necesității clinoidectomiei.
4. Poziția planșeului orbital.

Examenul a constatat anatomie completă a poligonului Willis în 7 (5,0%) cazuri și anatomie incompletă a poligonului Willis în 133 (95,0%) de cazuri.

Aplazia/hipoplazia arterelor poligonului Willis a fost depistată în următoarele cazuri: ACoA în 12 (8,6%) cazuri, ACoP stângă în 105 (75,0%) cazuri, ACoP dreaptă în 101 (72,1%) cazuri, A1 stângă în 12 (8,6%) cazuri, A1 dreaptă în 23 (16,4%) de cazuri, P1 stângă în 12 (8,6%) cazuri și P1 dreaptă în 8 (5,7%) cazuri.

Anatomia sinusului frontal se prezenta normal la 49 (35,0%) de pacienți, cu aplazie/hipoplazie la 34 (24,3%) de pacienți și hiperpneumatizat la 57 (40,7%) de pacienți.

Forma procesului clinoidal anterior era normală la 62 (44,3%) de pacienți, masivă la 58 (41,4%) de pacienți, FCC era incomplet la 6 (4,3%) pacienți, FCC era în contact la 14 (10,0%) pacienți, FCC era complet la 19 (13,6%) pacienți. Pneumatizarea procesului clinoidal anterior s-a

constatat în 17 (12,1%) cazuri. Procesul clinoidal anterior acoperea abordul spre anevrism la 26 (18,6%) de pacienți.

Planșeul orbital era situat superior în 32 (22,9%) de cazuri, mediu în 83 (59,3%) de cazuri și inferior în 25 (17,9%) de cazuri.

Intervenția chirurgicală. La pacienții cu anevrisme ale arterelor poligonului Willis din studiul nostru am aplicat următoarele intervenții chirurgicale: cliparea microchirurgicală în 100 (71,4%) de cazuri, by-pass-ul extra-intracranian cu grefă de arteră radială în 1 (0,7%) caz, ablația tumorii/MAV în 3 (2,1%) cazuri, ligaturahunteriană în 6 (4,3%) cazuri, puncția ventriculului cu drenare externă în 20 (14,3%) de cazuri, evacuarea hematomului în 11 (7,9%) cazuri și nu au fost operați 32 (22,9%) de pacienți.

Abordul neurochirurgical aplicat a fost pterional în 76 (54,3%) de cazuri (figura 3.14), supraorbital în 22 (15,7%) de cazuri și frontotemporal în 5 (3,6%) cazuri. Abordurile parietal și interemisferic precalosal nu au fost folosite (figura 3.15).

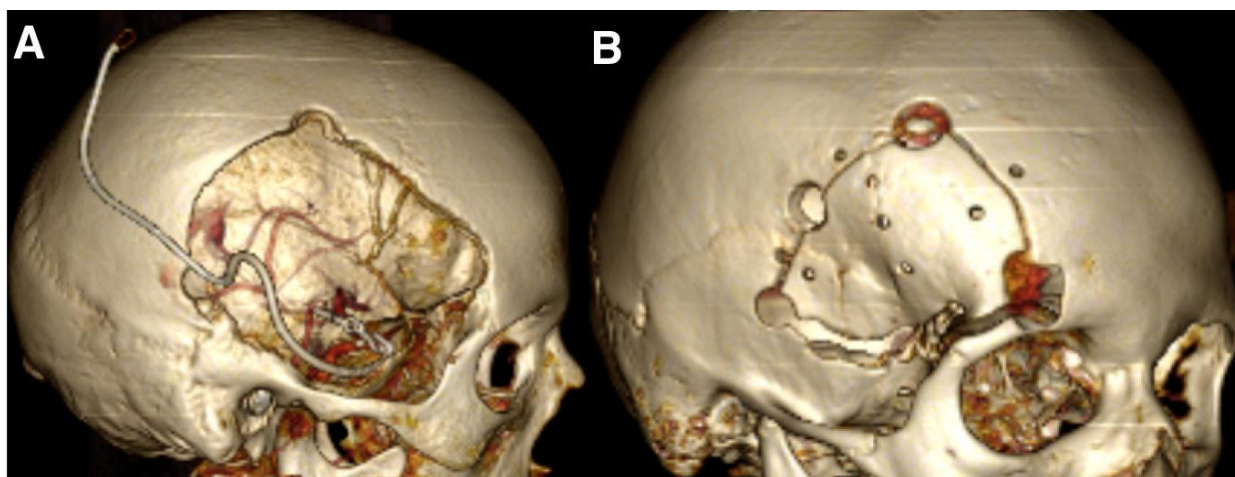


Figura 3.14. Reconstrucție rendering a volumului tridimensional al investigației postoperatorii de control. Abordurile neurochirurgicale, cele mai frecvent aplicate în tratamentul anevrismului poligonului Willis: A – pterional, B – supraorbital.

Anevrysul a fost exclus din circuit complet la 94 (67,1%) de pacienți, parțial - la 4 (2,9%) pacienți și nu a fost exclus la 7 (5,0%) pacienți. Un clip a fost instalat la 65 (46,4%) de pacienți, 2 clipuri la 27 (19,3%) de pacienți, 3 clipuri la 3 (2,1%) pacienți, 4 clipuri la 2 (1,4%) pacienți și nu a fost instalat nici un clip la 6 (4,3%) pacienți. În medie la un pacient au fost instalate $1,32 \pm 0,1$ clipuri.

În funcție de formă, clipurile erau drepte în 56 (40,0%) de cazuri, convexe în 42 (30,0%) de cazuri și unghiulare în 19 (13,6%) cazuri.

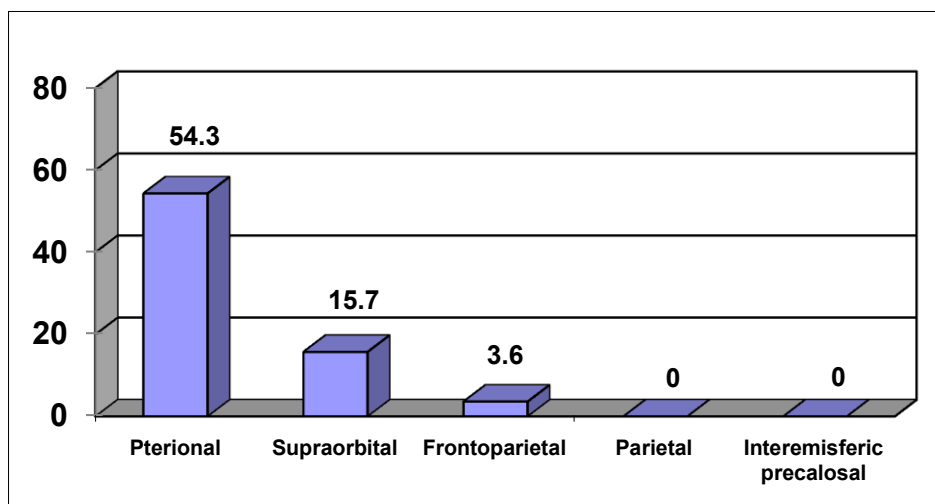


Figura 3.15. Frecvența abordurilor neurochirurgicale (%) aplicate în tratamentul chirurgical al anevrismelor arterelor poligonului Willis

Lungimea medie a primului clip era de $12,82 \pm 0,5$ mm (de la 5 mm până la 29 mm), lungimea medie a clipului al doilea era de $11,87 \pm 0,7$ mm (de la 7 mm până la 23 mm) și lungimea medie a clipului al treilea era de $10,5 \pm 1,3$ mm (de la 7 mm până la 13 mm).

Reoperații în studiul nostru au fost efectuate la 29 (20,7%) de pacienți: cliparea anevrismului la 3 (2,1%) pacienți, plastia defectului cranian la 15 (10,7%) pacienți, puncția ventriculului cu drenare externă la 7 (5,0%) pacienți, craniotomia decompresivă la 4 (2,9%) pacienți și evacuarea hematomului la 6 (4,3%) pacienți. De menționat că diferite combinații ale intervențiilor realizate au fost efectuate la 6 (4,3%) pacienți.

Anevrismul a fost exclus complet din circuit la 1 (0,7%) pacient, parțial - la 1 (0,7%) pacient și nu a fost exclus la 2 (1,4%) pacienți. Câte un clip drept (unul de 15 mm și altul de 18 mm) au fost instalate la 2 (1,4%) pacienți.

Tabloul imagistic postoperator. AngioCT postoperator a fost efectuată la 106 (75,7%) pacienți. Edem cerebral au prezentat 106 (75,7%) pacienți, inclusiv local 29 (20,7%) de pacienți, difuz moderat 46 (32,9%) de pacienți și global exprimat 31 (22,1%) de pacienți.

Vazospasm postoperator local prezentau 35 (25,0%) de pacienți, vazospasm difuz moderat 38 (27,1%) de pacienți și vazospasm global exprimat 15 (10,7%) pacienți.

Au fost depistate următoarele complicații: cefalee persistentă/fatigabilitate/deficit neurologic focal/dereglă cognitive în 76 (54,3%) de cazuri, hemipareză/hemiplegie în 39 (27,9%) de cazuri, hidrocefalie în 27 (19,3%) de cazuri, ischemie intraoperatorie/postoperatorie în 25 (17,9%) de cazuri, HIC/HIV/HSA intraoperatorie/postoperatorie în 24 (17,1%) de cazuri, meningoencefalită/pneumonie/sepsis în 9 (6,4%) cazuri, complicații extracerebrale în 22 (15,7%)

de cazuri, comă în 37 (26,4%) de cazuri, stop cardiac/respirator în 30 (21,4%) de cazuri. Au decedat 33 (23,6%) de pacienți (tabelul 3.2).

Tabelul 3.2. Complicațiile postoperatorii la pacienții cu anevrisme ale arterelor poligonului Willis

Complicații	Frecvența	
	abs.	%
Cefalee persistentă/fatigabilitate/deficit neurologic focal/dereglări cognitive	76	54,3
Hemipareză/hemiplegie	39	27,9
Comă	37	26,4
Stop cardiac/respirator	30	21,4
Hidrocefalie	27	19,3
Ischemie intraoperatorie/postoperatorie	25	17,9
HIC/HIV/HSA intraoperatorie/postoperatorie	24	17,1
Complicații extracerebrale	22	15,7
Meningoencefalită/pneumonie/sepsis	9	6,4
Deces	33	23,6

3.3. Evaluarea anevrismelor poligonului Willis prin tehnicile de reconstrucție ale angiografiei prin tomografie computerizată

CT axial. Examenul CT axial a constatat anevrism vizibil în 135 (96,4%) de cazuri, parțial vizibil în 2 (1,4%) cazuri și anevrismul nu era vizibil în 3 (2,1%) cazuri (figura 3.16).

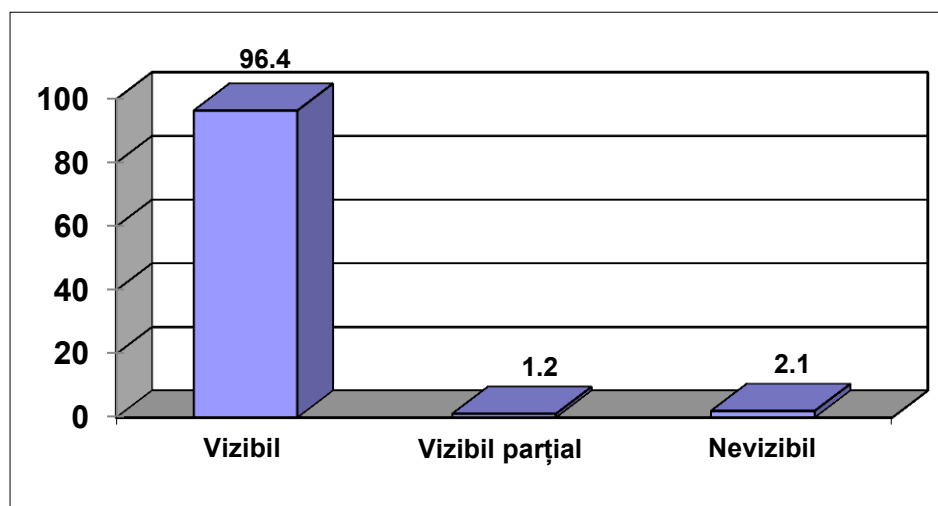


Figura 3.16. Vizibilitatea anevrismului arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT axial

Lungimea maximală a anevrismului constituia $7,83 \pm 0,5$ mm (de la 2,1 mm până la 38,4 mm), lăţimea maximală - $6,37 \pm 0,5$ mm (de la 1,5 mm până la 36,1 mm) şi diametrul colului - $3,69 \pm 0,2$ mm (de la 1,5 mm până la 15,3 mm).

Anevrisme saculare simple rotunde prezentau 36 (25,7%) de pacienţi, anevrisme saculare simple ovoidale prezentau 63 (45,0%) de pacienţi, anevrisme saculare complexe prezentau 34 (24,3%) de pacienţi şi anevrisme fusiforme 4 (2,9%) pacienţi (figura 3.17).

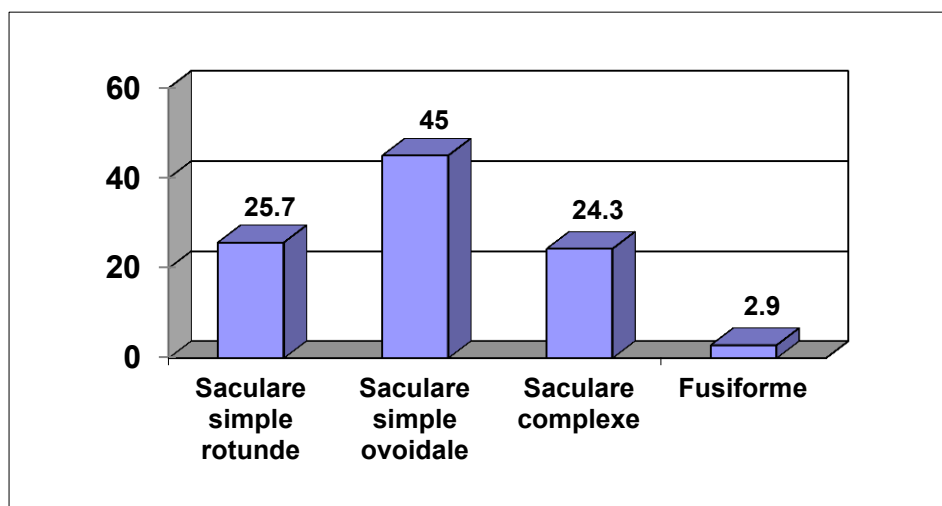


Figura 3.17. Forma anevrismelor arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT axial

Aprecierea formei anevrismului nu era posibilă în 27 (19,3%) de cazuri, se aprecia dificil în 72 (51,4%) de cazuri, mediu în 22 (15,7%) de cazuri şi uşor în 16 (11,4%) cazuri.

Vazospasmul nu era în 57 (40,7%) de cazuri, nu se vizualiza în 10 (7,1%) cazuri, se vizualiza slab în 72 (51,4%) de cazuri şi excelent în 1 (0,7%) caz.

Calcificate nu erau în 135 (96,4%) de cazuri, se vizualizau mediu în 2 (1,4%) cazuri şi excelent în 3 (2,1%) cazuri.

Contactul os-anevrism nu era în 101 (72,1%) cazuri, nu se vizualiza în 5 (3,6%) cazuri, se vizualiza slab în 9 (6,4%) cazuri, mediu în 16 (11,4%) cazuri şi excelent în 8 (5,7%) cazuri.

Contactul vas-anevrism nu era în 97 (69,3%) de cazuri, nu se vizualiza în 9 (6,4%) cazuri, se vizualiza slab în 20 (14,3%) de cazuri, mediu în 9 (5,4%) cazuri şi excelent în 4 (2,9%) cazuri.

Referinţa cu sinusul cavernos nu era în 116 (82,9%) cazuri, nu se vizualiza în 1 (0,7%) caz, se vizualiza slab în 3 (2,1%) cazuri, mediu în 9 (6,4%) cazuri şi excelent în 10 (7,1%) cazuri.

Artefactele “efect de volum parțial” nu se vizualiza în 124 (88,6%) de cazuri și se vizualiza slab în 13 (9,3%) cazuri.

În studiul nostru au fost constatate următoarele direcții ale vectorului anevrismal(figura 3.18): anterior la 82 (58,6%) de pacienți, posterior la 26 (18,6%) de pacienți, cranial la 4 (2,9%) pacienți, caudal la 4 (2,9%) pacienți, medial la 11 (7,9%) pacienți, lateral la 77 (55,0%) de pacienți și pe traiectul vasului de origine la 4 (2,9%) pacienți.

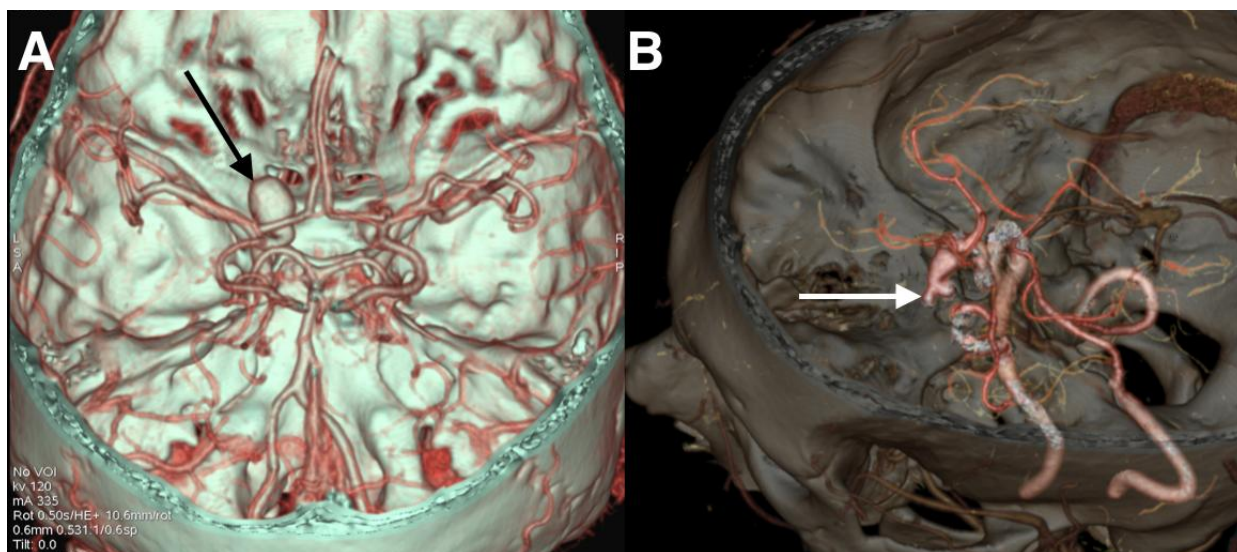


Figura 3.18. Angiografie prin computer tomografie. Direcția vectorului anevrismal. A - femeie, 43 de ani. Anevrisma al arterei carotide interne pe stânga, direcția vectorului anevrismal - anterior, superior, lateral spre stânga (săgeata neagră). B - bărbat, 54 de ani. Anevrisma al arterei comunicante anterioare, direcția vectorului anevrismal - anterior, inferior, lateral spre stânga (săgeata albă).

HSA a anevrismului erupt nu era în 46 (32,9%) de cazuri, nu se vizualiza în 7 (5,0%) cazuri, se vizualiza slab în 13 (9,3%) cazuri, mediu în 39 (27,9%) de cazuri și excelent în 35 (25,0%) de cazuri.

Extravazarea substanței de contrast nu era în 44 (31,4%) de cazuri, nu se vizualiza în 91 (65,0%) de cazuri, se vizualiza slab în 1 (0,7%) caz și mediu în 4 (2,9%) cazuri.

Sectoare după AVC nu erau în 80 (57,1%) de cazuri, nu se vizualizau în 4 (2,9%) cazuri, se vizualizau slab în 12 (8,6%) cazuri, mediu în 21 (15,0%) de cazuri și excelent în 23 (16,4%) de cazuri.

Artefacte de la clipul metallic nu erau în 43 (30,7%) de cazuri, nu se vizualizau în 6 (4,3%) cazuri, se vizualizau slab în 27 (19,3%) de cazuri, mediu în 55 (39,3%) de cazuri și excelent în 9 (6,4%) cazuri (figura 3.19).

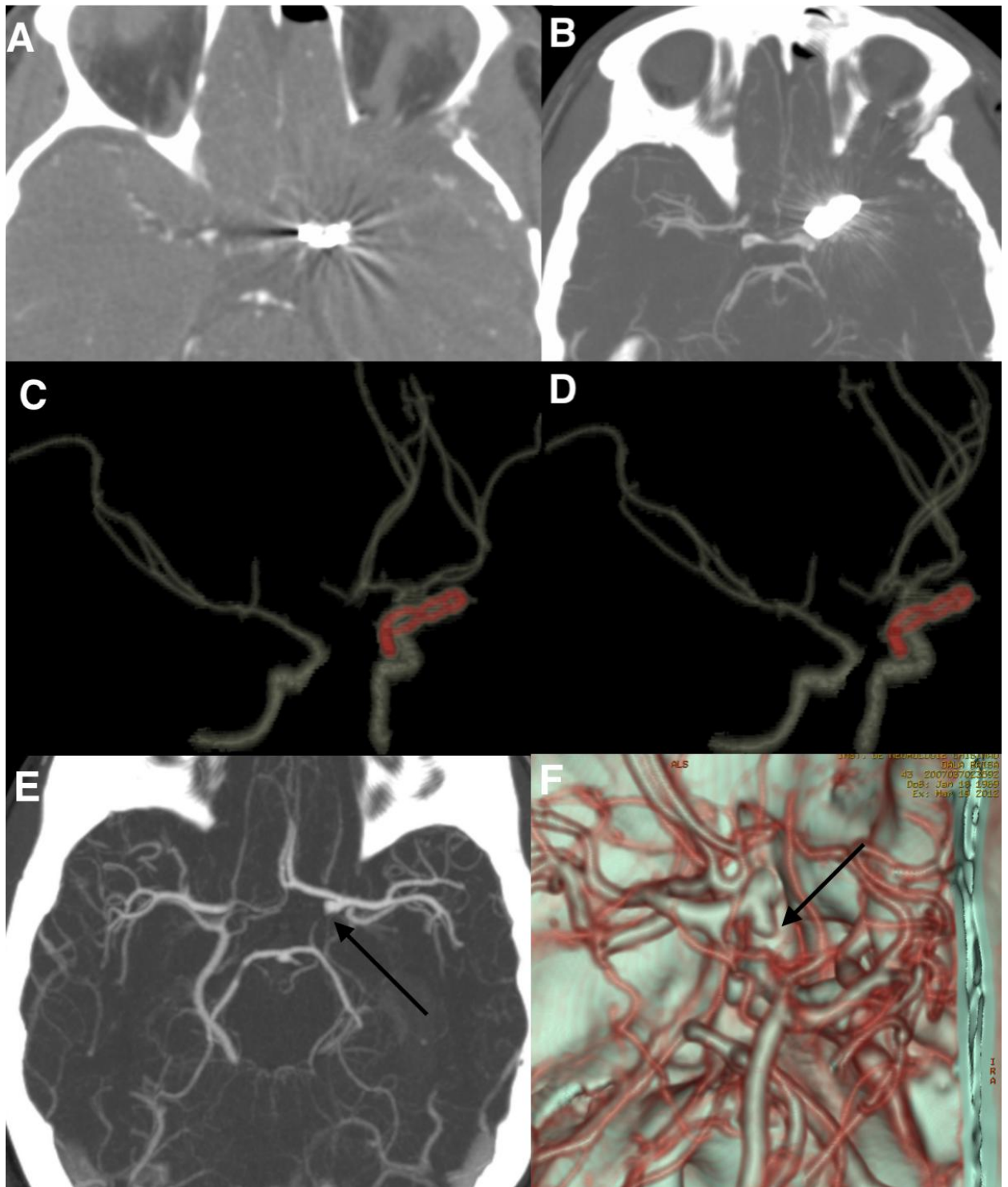


Figura 3.19. Angiografie prin computer tomografie. Artefact de la clipsul metalic. A – imagini axiale primare, B – proiecție de intensitate maximă, C, D – rendering al volumului tridimensional cu substracția osului. Pierdere regională a vizualizării structurilor vasculare adiacente clipsului neurochirurgical pe AngioCT axial (A) și mai exprimat pe CT PIM (B). Vizualizare excelentă a structurilor vasculare adiacente clipsului – integritatea și permeabilitatea.

Trombi erau vizualizați în 9 (6,4%) cazuri. Tromboză parțială a anevrismului nu era în 131 (93,6%) de cazuri, se vizualiza slab în 3 (2,1%) cazuri, mediu în 4 (2,9%) cazuri și excelent în 2 (1,4%) cazuri. Tromboză totală a anevrismului nu a fost constatată.

Lungimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat constituia $15,6 \pm 2,0$ mm (de la 3,7 mm până la 22,0 mm), lățimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat – $12,04 \pm 1,4$ mm (de la 2,7 mm până la 16,0 mm), lungimea maximală medie a trombusului – $20,7 \pm 3,6$ mm (de la 5,7 mm până la 37,3 mm), lățimea maximală medie a trombusului – $9,81 \pm 2,3$ mm (de la 2,7 mm până la 21,0 mm) și volumul mediu al sacului anevrismal – $0,5 \pm 0,1$ cm³ (de la 0,005 cm³ până la 16,02 cm³).

CT MIP (maximum intensity projection). Examenul CT MIP a constatat anevrism vizibil în 139 (99,3%) de cazuri și parțial vizibil în 1 (0,7%) caz (figura 3.20).

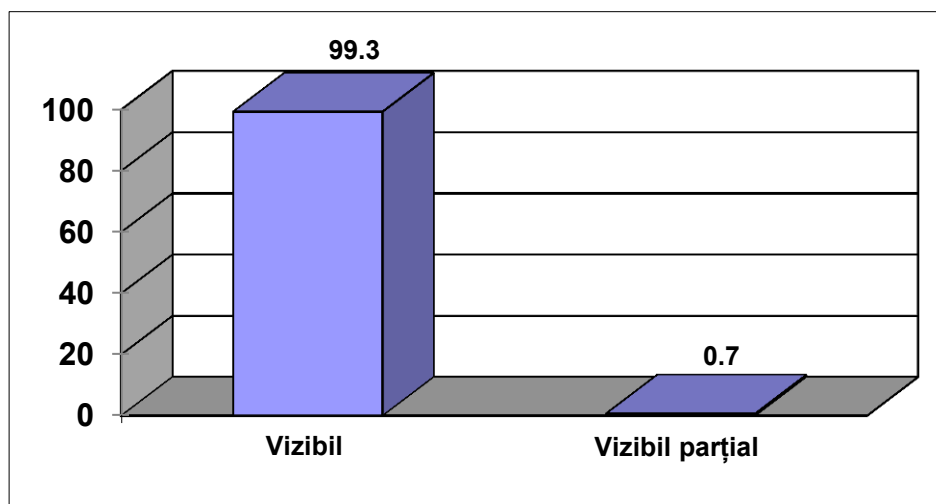


Figura 3.20. Vizibilitatea anevrismului arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT MIP

Lungimea maximală a anevrismului constituia $8,48 \pm 0,5$ mm (de la 2,7 mm până la 44,0 mm), lățimea maximală a anevrismului - $6,65 \pm 0,5$ mm (de la 1,8 mm până la 36,9 mm) și diametrul colului anevrismal - $3,66 \pm 0,2$ mm (de la 1,5 mm până la 16,4 mm).

Aneurisme saculare simple rotunde prezentau 20 (14,3%) de pacienți, aneurisme saculare simple ovoidale prezentau 55 (39,3%) de pacienți, aneurisme saculare complexe prezentau 60 (42,9%) de pacienți și aneurisme fusiforme prezentau 5 (3,6%) pacienți (figura 3.21).

Forma anevrismului se aprecia dificil în 20 (14,3%) de cazuri, mediu în 85 (60,7%) de cazuri și ușor în 35 (25,0%) cazuri.

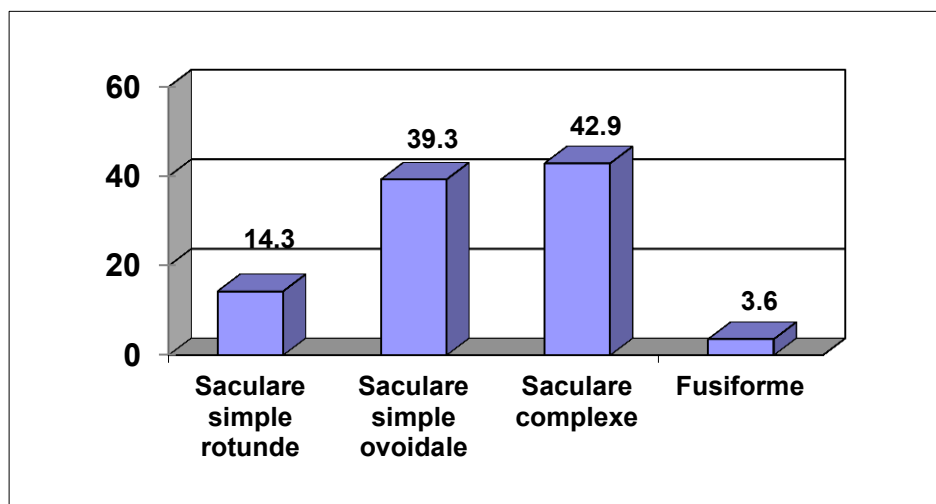


Figura 3.21. Forma anevrismelor arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT MIP

Vazospasmul nu era în 57 (40,7%) de cazuri, se vizualiza slab în 5 (3,6%) cazuri, mediu în 71 (50,7%) cazuri și excelent în 7 (5,0%) cazuri.

Calcificate nu erau în 135 (96,4%) de cazuri, se vizualiza slab în 1 (0,7%) caz și excelent în 4 (2,9%) cazuri.

Contactul os-anevrism nu era în 101 (72,1%) cazuri, nu se vizualiza în 1 (0,7%) caz, se vizualiza slab în 4 (2,9%) cazuri, mediu în 11 (7,9%) cazuri și excelent în 23 (16,4%) de cazuri.

Contactul vas-anevrism nu era în 97 (69,3%) de cazuri, nu se vizualiza în 1 (0,7%) caz, se vizualiza slab în 12 (8,6%) cazuri, mediu în 18 (12,9%) cazuri și excelent în 12 (8,6%) cazuri.

Referința cu sinusul cavernos nu era în 116 (82,9%) cazuri, nu se vizualiza în 2 (1,4%) cazuri, se vizualiza slab în 2 (1,4%) cazuri, mediu în 12 (8,6%) cazuri și excelent în 8 (5,7%) cazuri.

Artefacte “efect de volum parțial” nu se vizualizau în 24 (17,1%) de cazuri, se vizualizau slab în 43 (30,7%) de cazuri, mediu în 50 (35,7%) de cazuri și excelent în 23 (16,4%) de cazuri.

În studiul nostru au fost constatate următoarele direcții ale vectorului anevrismal: anterior la 82 (58,6%) de pacienți, posterior la 27 (19,3%) de pacienți, cranial la 51 (36,4%) de pacienți, caudal la 51 (36,4%) de pacienți, medial la 11 (7,9%) pacienți, lateral la 69 (49,3%) de pacienți și pe traiectul vasului de origine la 5 (3,6%) pacienți.

HSA a anevrismului erupt nu era în 46 (32,9%) de cazuri, nu se vizualiza în 89 (63,6%) de cazuri, se vizualiza slab în 4 (2,9%) cazuri și mediu în 1 (0,7%) caz.

Extravazarea substanței de contrast nu era în 44 (31,4%) de cazuri, nu se vizualiza în 93 (66,4%) de cazuri, se vizualiza mediu în 1 (0,7%) caz și excelent în 2 (1,4%) cazuri.

Sectoare după AVC nu erau în 80 (57,1%) de cazuri, nu se vizualizau în 57 (40,7%) de cazuri, se vizualizau slab în 2 (1,4%) cazuri și mediu în 1 (0,7%) caz.

Artefacte de la clipul metalic nu erau în 43 (30,7%) de cazuri, nu se vizualizau în 40 (28,6%) de cazuri, se vizualizau slab în 47 (33,6%) de cazuri și mediu în 10 (7,1%) cazuri.

Trombi au fost vizualizați în 9 (6,4%) cazuri. Tromboză parțială a anevrismului nu era în 131 (93,6%) de cazuri, se vizualiza slab în 1 (0,7%) caz, mediu în 3 (2,1%) cazuri și excelent în 5 (3,6%) cazuri. Tromboză totală a anevrismului nu a fost constatată.

Lungimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat constituia $15,2 \pm 1,9$ mm (de la 3,5 mm până la 22,0 mm), lățimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat – $11,57 \pm 1,4$ mm (de la 2,5 mm până la 16,0 mm), lungimea maximală medie a trombusului – $22,24 \pm 4,4$ mm (de la 5,3 mm până la 44,0 mm), lățimea maximală medie a trombusului – $10,38 \pm 2,4$ mm (de la 2,9 mm până la 22,0 mm) și volumul mediu al sacului anevrismal – $0,88 \pm 0,2$ cm³ (de la 0,009 cm³ până la 2,1 cm³).

CT 3D Volume Rendering. Examenul CT 3D a constatat anevrism vizibil în 129 (92,1%) de cazuri și parțial vizibil în 11 (7,9%) cazuri (figura 3.22).

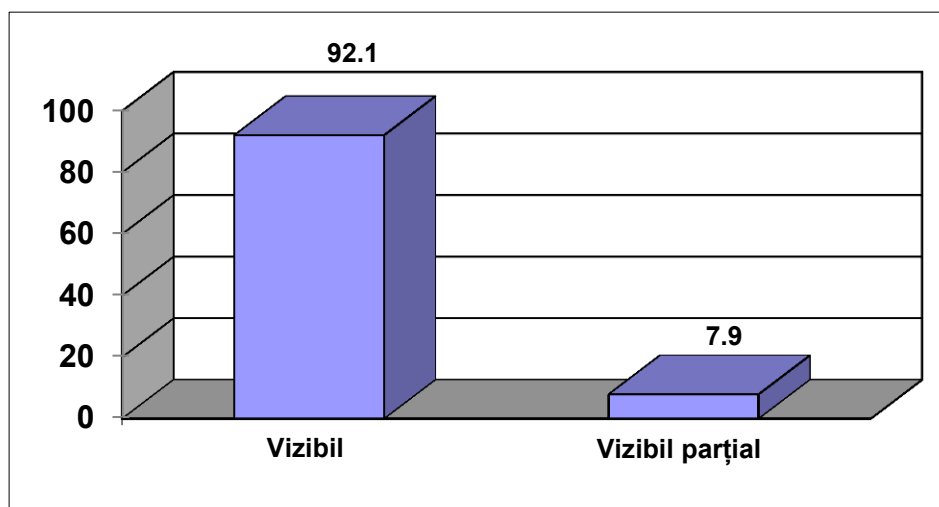


Figura 3.22. Vizibilitatea anevrismelor arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT 3D

Lungimea maximală medie a anevrismului era de $8,06 \pm 0,4$ mm (de la 2,0 mm până la 23,0 mm), lățimea maximală medie a anevrismului - de $6,36 \pm 0,4$ mm (de la 1,4 mm până la 29,0 mm) și diametrul mediu al colului anevrismal - de $3,93 \pm 0,2$ mm (de la 1,2 mm până la 16,2 mm).

Anevrisme saculare simple rotunde prezentau 16 (11,4%) pacienți, anevrisme saculare simple ovoidale prezentau 40 (28,6%) de pacienți, anevrisme saculare complexe prezentau 79 (56,4%) de pacienți și anevrisme fusiforme prezentau 5 (3,6%) pacienți (figura 3.23).

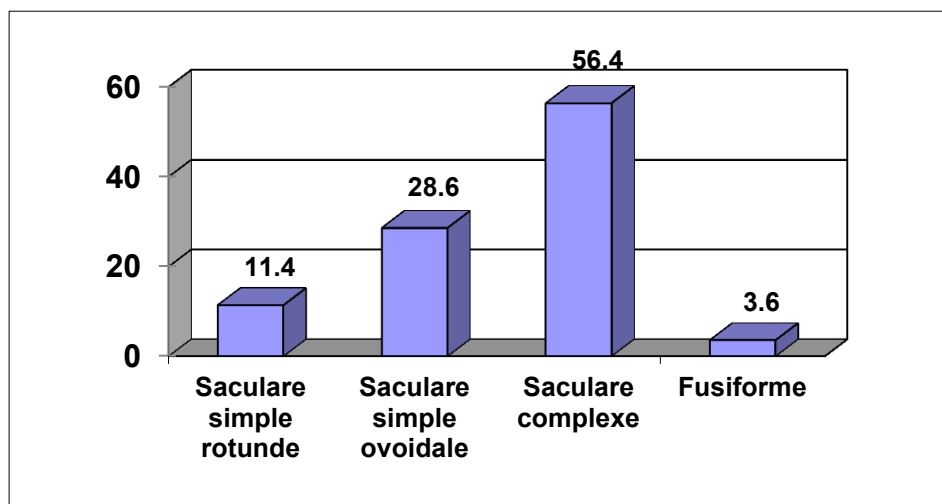


Figura 3.23. Forma anevrismelor arterelor poligonului Willis (%) la examenul CT 3D

Forma anevrismului nu se aprecia în 6 (4,3%) cazuri, se aprecia dificil în 2 (1,4%) cazuri și ușor în 132 (94,3%) cazuri.

Vazospasm nu era în 57 (40,7%) de cazuri, se vizualiza slab în 2 (1,4%) cazuri, mediu în 1 (0,7%) caz și excelent în 80 (57,1%) de cazuri.

Calcificate nu erau în 135 (96,4%) de cazuri, nu se vizualizau în 1 (0,7%) caz, se vizualizau slab în 2 (1,4%) cazuri și excelent în 2 (1,4%) cazuri.

Contactul os-anevrism nu era în 101 (72,1%) cazuri, nu se vizualiza în 2 (1,4%) cazuri, se vizualiza slab în 6 (4,3%) cazuri, mediu în 9 (6,4%) cazuri și excelent în 22 (15,7%) de cazuri.

Contactul vas-anevrism nu era în 97 (69,3%) de cazuri, nu se vizualiza în 3 (2,1%) cazuri, se vizualiza slab în 1 (0,7%) caz, mediu în 3 (2,1%) cazuri și excelent în 36 (25,7%) de cazuri.

Referința cu sinusul cavernos nu era în 116 (82,9%) cazuri, nu se vizualiza în 10 (7,1%) cazuri, se vizualiza slab în 10 (7,1%) cazuri, mediu în 2 (1,4%) cazuri și excelent în 2 (1,4%) cazuri.

Artefacte “efect de volum parțial” nu erau în 1 (0,7%) caz, nu se vizualizau în 70 (50,0%) de cazuri, se vizualizau slab în 57 (40,7%) de cazuri și mediu în 12 (8,6%) cazuri.

În studiul nostru au fost constatate următoarele direcții ale vectorului anevrismal: anterior la 84 (60,0%) de pacienți, posterior la 29 (20,7%) de pacienți, cranial la 52 (37,1%) de pacienți, caudal la 58 (41,4%) de pacienți, medial la 12 (8,6%) pacienți, lateral la 84 (60,0%) de pacienți și pe traiectul vasului de origine la 5 (3,6%) pacienți.

HSA a anevrismului erupt nu era în 46 (32,9%) de cazuri, nu se vizualiza în 93 (66,4%) de cazuri și se vizualiza slab în 1 (0,7%) caz.

Extravazarea substanței de contrast nu era în 44 (31,4%) de cazuri și nu se vizualiza în 96 (68,6%) de cazuri.

Sectoare după AVC nu erau în 80 (57,1%) de cazuri și nu se vizualizau în 60 (42,9%) de cazuri.

Artefacte de la clipul metalic nu erau în 43 (30,7%) de cazuri, nu se vizualizau în 62 (44,3%) de cazuri, se vizualizau slab în 25 (17,9%) de cazuri, mediu în 9 (6,4%) cazuri și excelent în 1 (0,7%) caz.

Trombi nu erau vizualizați în toate cazurile. Tromboză totală a anevrismului nu a fost constatată. Tromboză parțială a anevrismului nu era în 131 (93,6%) de cazuri și nu se vizualiza în 9 (6,4%) cazuri.

Lungimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat constituia $15,59 \pm 1,9$ mm (de la 4,4 mm până la 22,0 mm) și lățimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat – $12,6 \pm 1,3$ mm (de la 5,3 mm până la 18,3 mm).

Aplicarea substrației de os a permis vizualizarea anevrismului în 104 (74,3%) cazuri, vizualizarea parțială a anevrismului în 27 (19,3%) de cazuri și anevrismul nu a fost vizualizat în 9 (6,4%) cazuri.

3.4.Eficiența comparativă a procedeeleor de reconstrucție ale angiografiei prin tomografie computerizată în diagnosticul și tratamentul anevrismelor poligonului Willis

Anevristm vizibil a fost constatat statistic semnificativ mai frecvent prin examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (99,3% pacienți și 92,1% pacienți, respectiv; $p < 0,01$). Nu s-au constatat diferențe statistic semnificative ale acestui indicator între examenul CT MIP și examenul CT axial (99,3% pacienți și 96,4%, pacienți, respectiv; $p > 0,05$), între examenul CT axial și examenul CT 3D (96,4% pacienți și 92,1%, pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Pe secțiuni axiale nu au fost vizibile microanevrisme în 3 cazuri, deoarece dimensiunile sunt așa de mici, încât pe secțiuni transversale lumenul anevrismului se vizualizează ca o arteră magistrală fiziologică. La CT 3D s-au vizualizat doar parțial anevrisme trombozate (în 11 cazuri), deoarece trombusul moale, necalcificat este hipodens pentru agentul de contrast în lumenul arterial și os, astfel imaginea trombusului se pierde în procesul de formare a imaginii 3D. Noi vizualizăm acest fenomen din cauza algoritmului de generare a imaginilor voluminoase angiografice: stația de lucru formează numai imaginea structurilor hiperdense (lumenul arterial contrastat și osul) pentru vizibilitatea maximă a structurilor vasculare.

Anevrism parțial vizibil a fost constatat statistic semnificativ mai frecvent prin examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (7,9% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,01$) și cu examenul CT axial (7,9% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$). Detectarea anevrismului parțial vizibil era similară la examenul CT axial și la examenul CT MIP (1,4% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevristmul nu era vizibil doar la examenul CT axial - 2,1% cazuri.

Deși diferențe statistic semnificative a lungimii maxime, lățimii maxime și diametrului colului anevrismului în funcție de procedeele de reconstrucție ale AngioCT nu au fost constatate, unele tendințe sunt determinate. Lungimea maximală a anevrismului era mai mare la examenul CT MIP ($8,48\pm 0,5$ mm), urmată de CT 3D ($8,06\pm 0,4$ mm) și CT axial ($7,83\pm 0,5$ mm). Lățimea maximală a anevrismului era mai mare la examenul CT MIP ($6,65\pm 0,5$ mm), urmată de CT axial ($6,37\pm 0,5$ mm) și CT 3D ($6,36\pm 0,4$ mm), iar diametrul colului anevrismal era mai mare la examenul CT 3D ($3,93\pm 0,2$ mm), urmat de CT axial ($3,69\pm 0,2$ mm) și CT MIP ($3,66\pm 0,2$ mm).

Cele mai exacte măsurări sunt efectuate pe imagini 3D (figura 3.24), pentru că pe secțiuni axiale sunt posibile măsurări numai în direcția în care este efectuată achiziția imaginilor primare (paralel cu linia orbito-meatală), dar această direcție în majoritatea cazurilor nu corespunde planului lățimii sau lungimii maxime sau planului vectorului anevrismal.

Măsurările CT MIP sunt posibile în toate direcțiile și planurile și sunt foarte exacte pentru anevrismele mari și gigante, dar microanevrismele și anevrismele mici sunt supuse influenței ”efectului de volum parțial” ce provoacă ștergerea considerabilă a conturului extern anevrismal și imposibilitatea de a aplica corect punctul incipient și terminal al măsurărilor liniare.

Măsurătorile liniare la imaginile 3D pot fi aplicate în orice direcție, foarte efectiv pot fi selectate planurile pentru lățimea și lungimea maximală și diametrul colului prin efectuarea rotațiilor anevrismului în spațiul tridimensional, independent de forma complexă și dimensiunile anevrismului.

Excepție pentru aprecierea dimensiunilor corecte și complete la 3D constituie anevrismele trombozate, pentru care la 3D este posibilă doar măsurarea diametrelor lumenului fără trombus. De aceea sacul anevrismal trombozat a fost măsurat efectiv la CT MIP.

Anevrisme saculare simple rotunde au fost constatate veridic mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (25,7% pacienți și 14,3% pacienți, respectiv; $p<0,05$) și cu examenul CT 3D (25,7% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$).

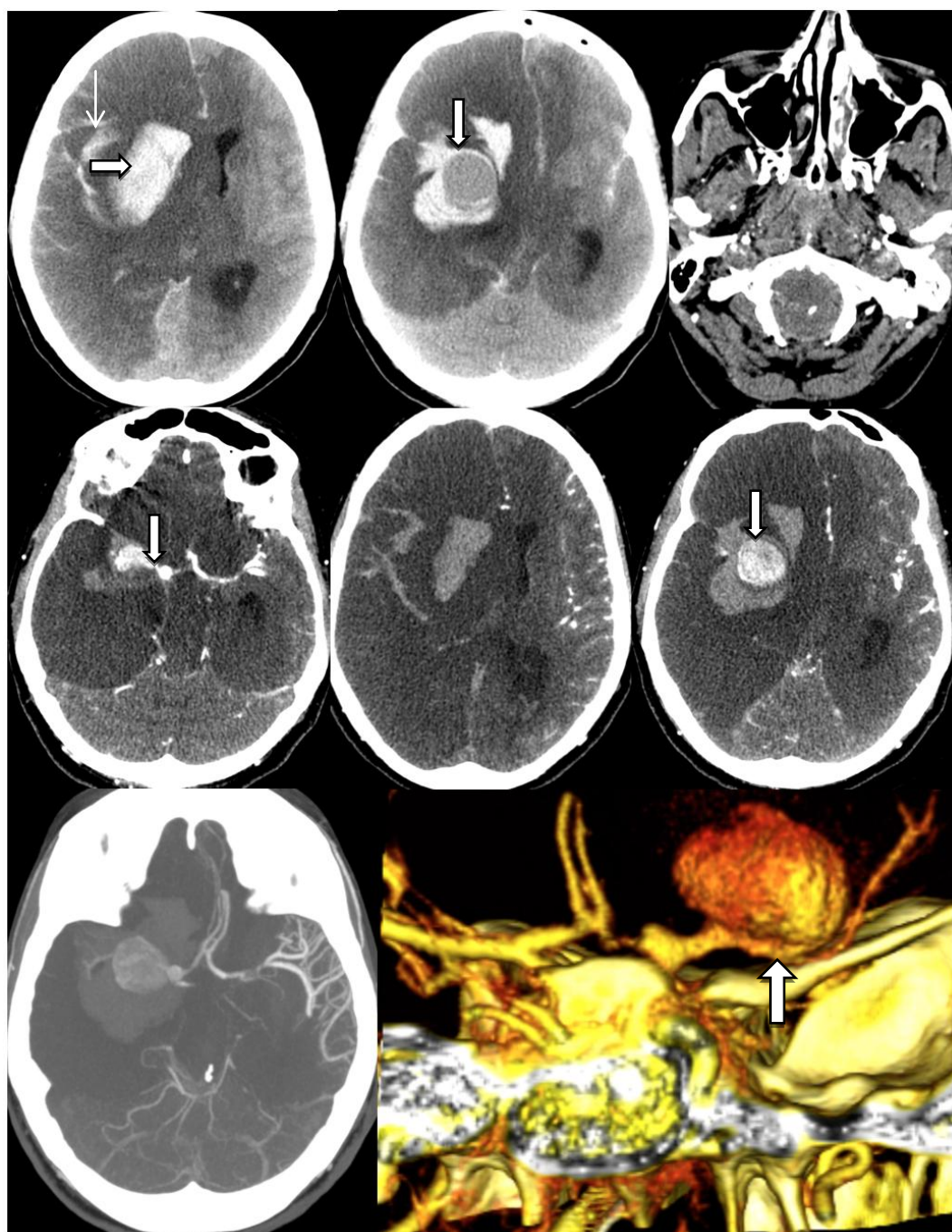


Figura 3.24. Femeie, 33 de ani. A, B – Tomografie computerizată non-contrast, hematom intracerebral acut (A, săgeata largă), hemoragie subarahnoidiană, gradul 4 după Fisher (A, săgeata îngustă), formațiune rotundă hipodensă la baza hematomului (B, săgeata). Edem cerebral global exprimat, deplasarea controlaterală a structurilor cerebrale medii. C, D, E, F – Imagini AngioCT axiale primare. Hernierea acută a amigdalelor cerebeloase prin foramen magnum cu angajarea trunchiului cerebral (C). Regiunea colului anevrismal pe imagini axiale se vizualizează foarte îngustă (D, săgeata), fapt care nu s-a confirmat pe imaginile RV-3D (H, săgeata). Anevrism gigant al arterei cerebrale medii pe dreapta (F, săgeata). G – AngioCT PIM, vizualizarea mai eficientă a sacului anevrismal și raportul cu hematomul adiacent. H – RV-3D, vizualizarea mai eficientă a colului larg anevrismal pe traiectul segmentului M1 al arterei cerebrale medii (H, săgeata) și raportului anevrismului cu vasul matern.

Anevrismele saculare simple rotunde erau similar depistate prin examenul CT MIP și examenul CT 3D (14,3% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevrisme saculare simple ovoidale au fost constatate autentic mai rar la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (28,6% pacienți și 45,0% pacienți, respectiv; $p<0,01$) și cu examenul CT MIP (28,6% pacienți și 39,3% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Acest tip de anevrisme au fost diagnosticate similar prin examenul CT axial și examenul CT MIP (45,0% pacienți și 39,3% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevrisme saculare complexe, dimpotrivă, au fost constatate autentic mai rar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (24,3% pacienți și 42,9% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (24,3% pacienți și 56,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (42,9% pacienți și 56,4% pacienți, respectiv; $p<0,05$).

Frecvența anevrismelor fusiforme nu se deosebea semnificativ statistic în funcție de procedeele de reconstrucție ale AngioCT: 2,9% pacienți la examenul CT axial, 3,6% pacienți la examenul CT MIP și 3,6% pacienți la examenul CT 3D.

Forma anevrismului se apreciază foarte eficient și ușor pe imaginile CT 3D, fapt confirmat intraoperator în toate cazurile (cu excepția anevrismelor trombozate) la pacienții care au suportat intervenție chirurgicală deschisă (cliparea microchirurgicală în 100 – 71,4% de cazuri, by-pass-ul extra-intracranian în 1 – 0,7% caz, ligaturarea hunteriană în 6 – 4,3% cazuri). Forma, configurația, localizarea în spațiul 3D, numărul convexităților suplimentare (dilatări secundare) și complexitatea anevrismului, vizualizate pe imaginile 3D, corespund cu aspectul intraoperator.

Diferența între rata depistării diferitor forme a anevrismelor saculare la CT axial, CT MIP, comparativ cu CT 3D, este determinată de imposibilitatea de estimare corectă a formei complexe a obiectului tridimensional pe imaginile bidimensionale (CT axial și CT MIP). La CT axial și CT MIP forma anevrismelor a fost subapreciată (a fost considerată mai simplă decât este în realitate): anevrismele care au fost considerate rotunde la CT axial sau CT MIP s-au dovedit a fi ovoidale sau complexe la CT 3D. Anevrismele considerate ovoidale au arătat convexități sau lobuli suplimentari la CT 3D, care nu au fost vizualizate pe CT axial sau CT MIP. Din această cauză nu a fost posibil de stabilit corect diagnosticul anevrismelor complexe. Lobulii suplimentari (anevrisme secundare pe suprafața sacului primar) au importanță clinică foarte mare, deoarece reprezintă locul cel mai subțire al anevrismului unde are loc ruptura și hemoragia anevrismală și, în majoritatea cazurilor, sunt vizualizate numai pe imaginile 3D sau

intraoperator. Lobulii suplimentari nu sunt depistați des pe CT axial și CT MIP pentru că sunt foarte mici și vectorul lor nu corespunde nici vectorului principal anevrismal, nici traiectului de plan bidimensional al imaginilor CT axiale sau CT MIP. Imaginea CT MIP poate fi direcționată manual în diferite planuri, de aceea forma anevrismului a fost apreciată corect mai frecvent la CT MIP decât la CT axial, dar ”efectul de volum parțial” des ascunde lobulii adăugători, fapt care încurcă diagnosticul corect.

La CT axial anevrismele saculare rotunde au fost constatate incorect cu 14,3% mai des decât la 3D și anevrismele saculare ovoidale cu 16,4% mai des decât la 3D, ceea ce a constituit rata de erori pentru CT axial. La CT MIP anevrismele saculare rotunde au fost depistate cu 2,9% mai des decât la 3D, iar anevrismele saculare ovoidale cu 0,7% mai des decât la 3D, ceea ce a constituit rata de erori pentru CT MIP. Anevrismele saculare complexe au fost stabilite la CT axial cu 32,1% cazuri mai rar decât la CT 3D (și intraoperator) și la CT MIP – cu 13,5% cazuri mai rar decât la CT 3D (în realitate).

Anevrismele fusiforme mai rar au fost apreciate corect la CT axial (2,9%, comparativ cu 3,6% pentru CT 3D), pentru că diagnosticul depinde de planul traiectului vasului de origine al anevrismului fusiform. Dacă planul vasului dilatat corespunde cu planul secțiunii axiale (artera cerebrală medie, artera comunicantă posterioară, segmentul A1 al arterei cerebrale anterioare), atunci anevrismul fusiform se vizualizează clar pe CT axial. Dacă planul vasului dilatat este orientat perpendicular pe planul axial, anevrismul se vizualizează de formă rotundă. Dacă traiectul vasului dilatat este orientat sub un unghi pe planul axial, anevrismul se vizualizează de formă ovoidală. La CT MIP, comparativ cu CT 3D, pentru anevrisme fusiforme nu au fost constatate greșeli în aprecierea formei.

Așadar, forma anevrismului sacular mai corect se apreciază pe imaginile CT 3D (cu excepția anevrismelor trombozate, unde este păstrată circulația sangvină). Forma anevrismului fusiform se apreciază similar pe imaginile CT 3D și CT MIP.

Aprecierea formei anevrismului nu era posibilă sau se aprecia dificil statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (70,7% pacienți și 14,3% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (70,7% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (14,3% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,05$) (tabelul 3.3).

Forma anevrismului se aprecia mediu statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (60,7% pacienți și 15,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (60,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la

Tabelul 3.3. Parametrii procedeele de reconstrucție ale AngioCT în diagnosticul anevrismelor poligonului Willis

Vizualizare	Da		Nu	Da, parțial	
axial	135 (96,4%)		3 (2,1%)	2 (1,4%)	
MIP	139 (99,3%)		0	1 (0,7%)	
3D	129 (92,1%)		0	11 (7,9%)	
Dimensiuni	Lungime maximală		Lățime maximală	Diametrul colului anevrismal	
axial	2,1-38,4 medie 7,82		1,5-36,1 medie 6,36	1,5-15,3 medie 3,68	
MIP	2,7-44,0 medie 8,48		1,8-36,9 medie 6,64	1,5-16,4 medie 3,66	
3D	2,0-23,0 medie 8,06		1,4-29,0 medie 6,36	1,2-16,2 medie 3,93	
Forma	Saculară simplă		Saculară complexă	Fuziformă	
	Rotundă	Ovoidală			
axial	36(25,7%)	63(45,0%)	34 (24,3%)	4 (2,9%)	
MIP	20 (14,3%)	55 (39,3%)	60 (42,9%)	5 (3,6%)	
3D	16 (11,4%)	40 (28,6%)	79 (56,4%)	5 (3,6%)	
Forma, complicarea aprecierii	Nu este posibilă aprecierea, se apreciază dificil		Se apreciază mediu	Se apreciază ușor	
axial	99 (70,7%)		22 (15,7%)	16 (11,4%)	
MIP	20 (14,3%)		85 (60,7%)	35 (25%)	
3D	8 (5,7%)		0	132 (94,3%)	
Vazospasm, vizibilitate	Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu	Se vizualizează excelent	Este vazospasm
axial	82 (58,5%)		0	1 (0,7%)	83 (59,3%)
MIP	5 (3,6%)		71 (50,7%)	7 (5%)	
3D	2 (1,4%)		1 (0,7%)	80 (57,1%)	
Calcificate, vizibilitate	Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu	Se vizualizează excelent	Sunt calcificate
axial	0		2 (1,4%)	3 (2,1%)	5 (3,6%)
MIP	1 (0,7%)		0	4 (2,9%)	
3D	3 (2,1%)		0	2 (1,4%)	
Contact os-anevrism, vizibilitate	Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu	Se vizualizează excelent	Este contact os-anevrism
axial	14 (10%)		16 (11,4%)	8 (5,7%)	39 (27,9%)
MIP	5 (3,6%)		11 (7,9%)	23 (16,4%)	
3D	8 (5,7%)		9 (6,4%)	22 (15,7%)	
Contact vas-anevrism, vizibilitate	Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu	Se vizualizează excelent	Este contact vas-anevrism
axial	29 (20,7%)		9 (6,4%)	4 (2,9%)	43 (30,2%)
MIP	13 (9,3%)		18 (12,9%)	12 (8,6%)	
3D	4 (2,8%)		3 (2,1%)	36 (25,7%)	
Raportul anevrismului cu sinus cavernos	Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu	Se vizualizează excelent	Anevrism în contact cu sinus cavernos
axial	4 (2,8%)		9 (6,4%)	10 (7,1%)	24 (17,1%)
MIP	4 (2,8%)		12 (8,6%)	8 (5,7%)	
3D	20 (14,2%)		2 (1,4%)	2 (1,4%)	
Artefact de “volum parțial”	Nu este		Slab sau minimal pronunțat	Mediu sau maxim pronunțat	
Axial	124 (88,6%)		13 (9,3%)	0	
MIP	24 (17,1%)		43 (30,7%)	73 (52,1%)	
3D	1 (0,7%)		70 (50,0%)	69 (49,3%)	

Direcția vectorului anevrismal	Anterior	Posterior	Cranial	Caudal	Medial	Lateral	Traiectul corespunde arterei de origine
axial	82(58,6%)	26(18,6%)	4(2,9%)	4(2,9%)	11(7,9%)	77(55%)	4 (2,9%)
MIP	82(58,6%)	27(19,3%)	51(36,4%)	51(36,4%)	11(7,9%)	69(49,3%)	5 (3,6%)
3D	84(60%)	29(20,7%)	52(37,1%)	58(41,1%)	12(8,6%)	84(60%)	5 (3,6%)
Vizualizarea HSA		Nu se vizualizează		Se vizualizează slab și mediu		Se vizualizează excelent	Pacienți cu HSA
axial		7 (5%)		52 (37,2%)		35 (25%)	94 (67,1%)
MIP		89 (63,6%)		5 (3,6%)		0	
3D		93 (66,4%)		1 (0,7%)		0	
Vizualizarea sectoarelor AVC		Nu se vizualizează		Se vizualizează slab		Se vizualizează mediu sau excelent	Pacienți cu AVC
axial		4 (2,9%)		12 (8,6%)		44 (31,4%)	60(42,9%)
MIP		57 (40,7%)		2 (1,4%)		1 (0,7%)	
3D		60 (42,9%)		0		0	
Extravazarea agentului de contrast		Nu se vizualizează		Se vizualizează slab și mediu		Se vizualizează excelent	E posibilă extravazarea
axial		91 (65%)		5 (3,6%)		0	96 (68,6%)
MIP		93 (66,4%)		1 (0,7%)		2 (1,4%)	
3D		96 (68,6%)		0		0	
Artefact de la clip metalic, vizualizarea structurilor vasculare		Structurile vasculare se vizualizează clar		Structurile vasculare se vizualizează dificil		Pierderea locală/difuză a vizualizării structurilor vasculare	Este clipul metalic
axial		6 (4,3%)		27 (19,3%)		64 (45,7%)	97 (69,3%)
MIP		40 (28,6%)		47 (33,6%)		10 (7,1%)	
3D		62 (44,3%)		25 (17,9%)		10 (7,1%)	
Tromboza parțială a lumenului anevrismal, vizibilitate		Nu se vizualizează, se vizualizează slab		Se vizualizează mediu		Se vizualizează excelent	Este tromboză parțială
axial		3 (2,1%)		4 (2,9%)		2 (1,4%)	9 (6,4%)
MIP		1 (0,7%)		3 (2,1%)		5 (3,6%)	
3D		9 (6,4%)		0		0	
Vizibilitatea trombusului intraanevrismal		Da		Nu			
axial		9 (6,4%)		131 (93,6%)			
MIP		9 (6,4%)		131 (93,6%)			
3D		0		140 (100%)			
Dimensiunile trombusului și lumenului contrastat		Lungime maximală a lumenului contrastat (mm)		Lățime maximală a lumenului contrastat (mm)		Lungime maximală a trombusului(m m)	Lățime maximală a trombusului (mm)
axial		3,7-22 medie 15,6		2,7-16 medie 12,04		5,7-37,3 medie 20,7	2,7-21 medie 9,81
MIP		3,5-22 medie 15,2		2,5-16 medie 11,57		5,3-44 medie 22,2	2,9-22 medie 10,37
3D		4,4-22 medie 15,6		5,3-18,3 medie 12,6			

examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (15,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,001$).

Forma anevrismului se aprecia ușor statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (94,3% pacienți și 25,0% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT axial (94,3% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (25,0% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$).

În majoritatea cazurilor aprecierea corectă detaliată a formei anevrismului nu era posibilă sau era dificilă la CT axial (70,7%), se aprecia mediu în majoritatea cazurilor la CT MIP (60,7%) și se aprecia ușor în majoritatea absolută a cazurilor la CT 3D (94,3%). Excepție pentru 3D au constituit anevrismele trombozate (figura 3.25), la care nu este posibilă aprecierea formei întregului sac anevrismal, dar numai a regiunii contrastate. Anevrismele trombozate sunt vizualizate ușor numai pe imaginile MIP, care trebuie să fie considerată o metodă de elecție pentru aprecierea formei anevrismelor trombozate.

Vazospasmul nu se vizualiza sau se vizualiza slab cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (58,5% pacienți și 3,6% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (58,5% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest parametru era similar la examenul CT MIP și examenul CT 3D (3,6% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Vazospasmul se vizualiza mediu cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (50,7% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT axial (50,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest parametru era similar la examenul CT MIP și examenul CT 3D (0,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Vazospasmul se vizualiza excelent cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (57,1% pacienți și 5,0% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT axial (57,1% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (5,0% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,05$).

Vazospasmul în majoritatea absolută a cazurilor nu s-a vizualizat sau s-a vizualizat slab la CT axial (58,5% din totalul de 59,3% de cazuri de vazospasm). Vizualizarea vazospasmului este dificilă pe CT axial pentru că traiectul vasului spasmă nu poate să corespundă exact cu planul secțiunilor transversale, de aceea secțiunile vasculare se vizualizează preponderent punctiform, configurat rotund sau oval, ce împiedică aprecierea gradului de vazospasm și lungimii segmentului spasmă. Alt factor care complică vizualizarea vaselor spasmate pe CT

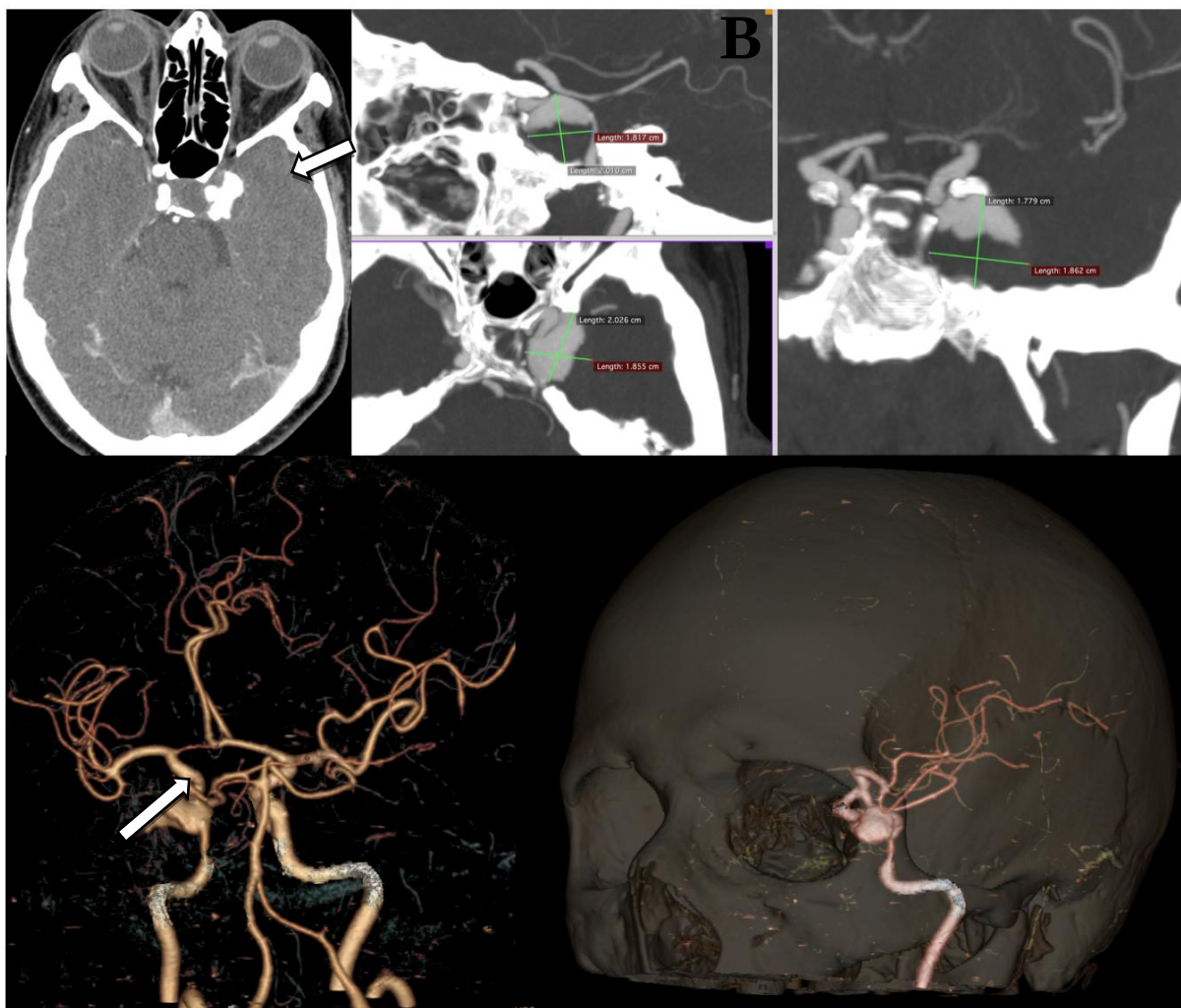


Figura 3.25. Femeie, 71 de ani. Aneurism gigant parțial trombozat al arterei carotide interne pe stânga, segment infraclinoidal. A – AngioCT axial. Aprecierea formei și dimensiunilor maxime ale sacului anevrismal nu este posibilă pe CT axial, dimensiunile și configurația trombusului intraluminal și lumenului anevrismal contrastat (săgeata) nu pot fi evaluate corect. Raportul cu structurile sinusului cavernos se vizualizează mai detaliat, comparativ cu alte tehnici. B – AngioCT PIM. Imaginea cea mai corectă a configurației sacului integru anevrismal, raportului cu structurile osoase ale osului sfenoidal și procesul clinoidal anterior adiacent, regiunea colului anevrismal. C – RV-3D cu substrația manuală a osului (pe stânga) și aplicarea transparenței parțiale a oaselor craniene (pe dreapta). Absența vizualizării sectorului trombozat al anevrismului, se evidențiază numai lumenul contrastat (săgeata).

axial este prezența HSA. Sângele hiperdens în spațiul subarahnoidian și cisternele bazale înconjoară vasele spasmate și provoacă ștergerea contururilor arterelor poligonului Willis. Ultimul factor, care explică vizualizarea dificilă, este însuși vazospasmul – diminuarea diametrului vascular, care cauzează diminuarea concentrației și volumului agentului de contrast, acumulat intraluminal, cu densitate mai mică a vasului spasm, comparativ cu vasul obișnuit din aceeași regiune. Vizualizarea vazospasmului la CT MIP în majoritatea absolută a cazurilor era

medie, ceea ce se explică nu numai prin densitatea diminuată a vasului spasmă, dar și prin ”efectul volumului parțial” a structurii vasculare spasmate, foarte fine, de diametru milimetric. Totuși, la CT MIP vizualizarea vazospasmului este mai eficientă, comparativ cu CT axial, pentru că la CT MIP se evidențiază imaginea întregului traiect vascular. Cea mai eficientă metodă pentru aprecierea vazospasmului s-a dovedit a fi CT 3D (vizualizarea excelentă în 57,1% din totalul de 59,3% din cazuri) din cauza combinației de factori: vizualizare simultană pe o imagine a tuturor traiectelor vasculare, excluderea imaginii sângelui din HSA, artefactul de ”volum parțial” minimal accentuat. Așadar, vazospasmul cerebral trebuie apreciat în primul rând la CT 3D.

Diferențe statistice semnificative privind vizualizarea calcificatelor nu s-au constatat. Totuși, calcificatele nu se vizualizau sau se vizualizau slab la examenul CT 3D (2,1%) și la examenul CT MIP (0,7%), se vizualizau mediu doar la examenul CT axial (1,4%), se vizualizau excelent la examenul CT MIP (2,9%), la examenul CT axial (2,1%) și la examenul CT 3D (1,4%).

Calcificatele peretelui anevrismal se întâlnesc destul de rar și preponderent la anevrisme mari, trombozate. Prezența calcificatelor este foarte importantă pentru managementul clinic, deoarece complică semnificativ intervenția neurochirurgicală și, în special, aplicarea clipului vascular. În studiul nostru, doar la 5 pacienți a fost înregistrată prezența calcificatelor anevrismale, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică corectă a acestui parametru. Totuși, vizibilitatea minimală a fost apreciată la CT 3D, fapt care se explică prin metoda de formare a imaginii vasculare 3D: excluderea tuturor structurilor de densitate medie, inclusiv și maselor trombotice moi, localizate, de obicei, între lumenul contrastat și calcinate, evidențiate ca ”suspendate” în structurile cerebrale, fără contact cu lumenul contrastat și imposibil de diferențiat de calcifierile unice intracerebrale, plexurile coroidale calcificate etc. La CT MIP vizualizare excelentă a fost depistată la 4 (2,9%) din 5 (3,6%) cazuri. La CT MIP toate structurile hiperdense, inclusiv și calcificatele, sunt semnificativ evidențiate, se vizualizează excelent în raport cu trombusul intraluminal, pot fi apreciate localizarea și extinderea exactă a calcificatelor în structura sacului anevrismal. Într-un caz calcinatul nu a fost evidențiat la CT MIP (rezultat fals-negativ), pentru că s-a suprapus pe imaginea masivului osos al bazei craniului la un pacient cu anevrism ACI, segmentul intraclinoidian.

Așadar, calcificatele anevrismale trebuie apreciate, în primul rând, pe CT MIP, apoi verificate pe CT axial pentru a exclude suprapunerea cu structurile osoase.

Contactul os-anevrism nu se vizualiza sau se vizualiza slab cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (10,0% pacienți și 3,6% pacienți, respectiv; $p < 0,05$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și la examenul CT 3D (10,0% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$), la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (3,6% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$) (figura 3.26).

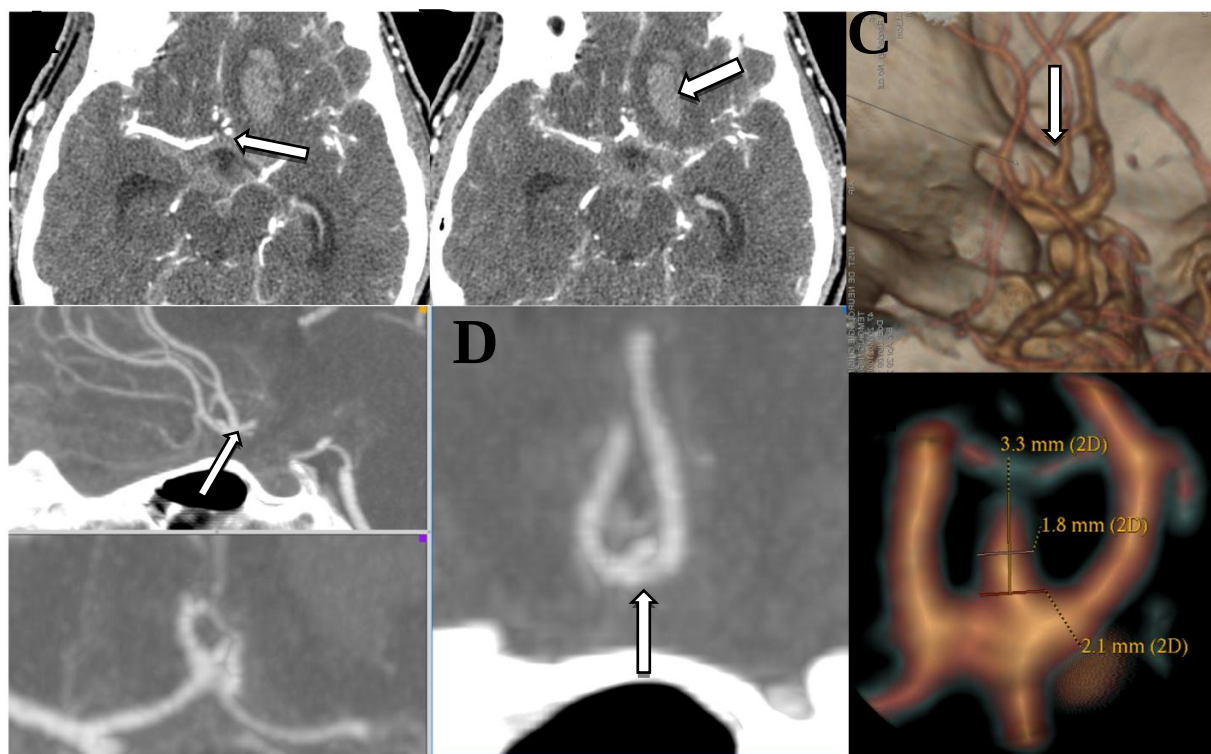


Figura 3.26. Bărbat, 47 de ani. Microanevrism a arterei comunicante anterioare. A, B – AngioCT axial, imaginea microanevrismului nu poate fi diferențiată de la artera anterioară cerebrală adiacentă cu diametru egal (A, săgeata), dar se vizualizează localizarea/dimensiunile/extinderea hematomului intracerebral (B, săgeata). D – AngioCT PIM, imaginea aneurismului practic nu se diferențiază din cauza artefactului de volum parțial (săgeata), contururile vaselor sunt vag delimitate. E – AngioCT RV-3D, se vizualizează eficient absența contactului între aneurism și artera cerebrală anterioară bilateral, sunt ușor aplicabile măsurările de lungime și lățime maximă a sacului aneurismal, diametrul colului aneurismal.

Contactul os-anevrism se vizualiza mediu similar la examenul CT axial, CT MIP și CT 3D (11,4% pacienți, 7,9% pacienți și 6,4% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Contactul os-anevrism se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (16,4% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,01$), la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (15,7% pacienți și

5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,01$). La examenul CT MIP și la examenul CT 3D acest indicator era similar (16,4% pacienți și 15,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Raportul între structurile osoase și sacul anevrismal la CT axial se vizualizează dificil sau mediu în majoritatea cazurilor, deoarece planul suprafețelor de contact nu corespunde cu planul transversal al secțiunilor primare. Vizualizare excelentă a fost înregistrată la CT MIP (16,4%) și CT 3D (15,7%) fără diferență statistică semnificativă. Și la CT MIP și la CT 3D în toate planurile se vizualizează suprafețele de contact, localizarea și extinderea acestora. Unica excepție constituie anevrismele mari și gigante, care expun forță de compresie de lungă durată asupra osului și provoacă eroziune osoasă, care poate fi apreciată numai pe secțiuni axiale fine.

Așadar, raportul între structurile osoase și anevrism poate fi apreciat la CT 3D și/sau CT MIP și verificat la CT axial în cazul prezenței eroziunii osoase.

Contactul vas-anevrism nu se vizualiza sau se vizualiza slab cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (20,7% pacienți și 9,3% pacienți, respectiv; $p < 0,01$) și cu examenul CT 3D (20,7% pacienți și 2,8% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (9,3% pacienți și 2,8% pacienți, respectiv; $p < 0,05$).

Contactul vas-anevrism se vizualiza mediu semnificativ statistic mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (12,9% pacienți și 6,4% pacienți, respectiv; $p < 0,0$) și cu examenul CT 3D (12,9% pacienți și 2,1% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), și era similar la examenul CT axial și la examenul CT 3D (6,4% pacienți și 2,1% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Contactul vas-anevrism se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (25,7% pacienți și 2,9% pacienți, respectiv; $p < 0,01$) și cu examenul CT MIP (25,7% pacienți și 8,6% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (8,6% pacienți și 2,9% pacienți, respectiv; $p < 0,05$).

Raportul între vasul matern, ramificațiile arteriale adiacente și sacul/colul anevrismal reprezintă un parametru foarte important pentru planificarea, realizarea și pronosticul intervenției chirurgicale. În analiza acestor parametri este foarte important traiectul 3D al arterei materne și ramurilor adiacente (figura 3.27), care trebuie evidențiat preoperator din toți vectorii vizuali posibili în spațiul individual cerebral 3D, fapt posibil de efectuat detaliat doar pe CT 3D (vizualizare excelentă în 25,7% cazuri). Vizualizarea medie – vizualizare incompletă a detaliilor mici vasculare – a fost înregistrată mai des la CT MIP. La CT axial, de asemenea, foarte des

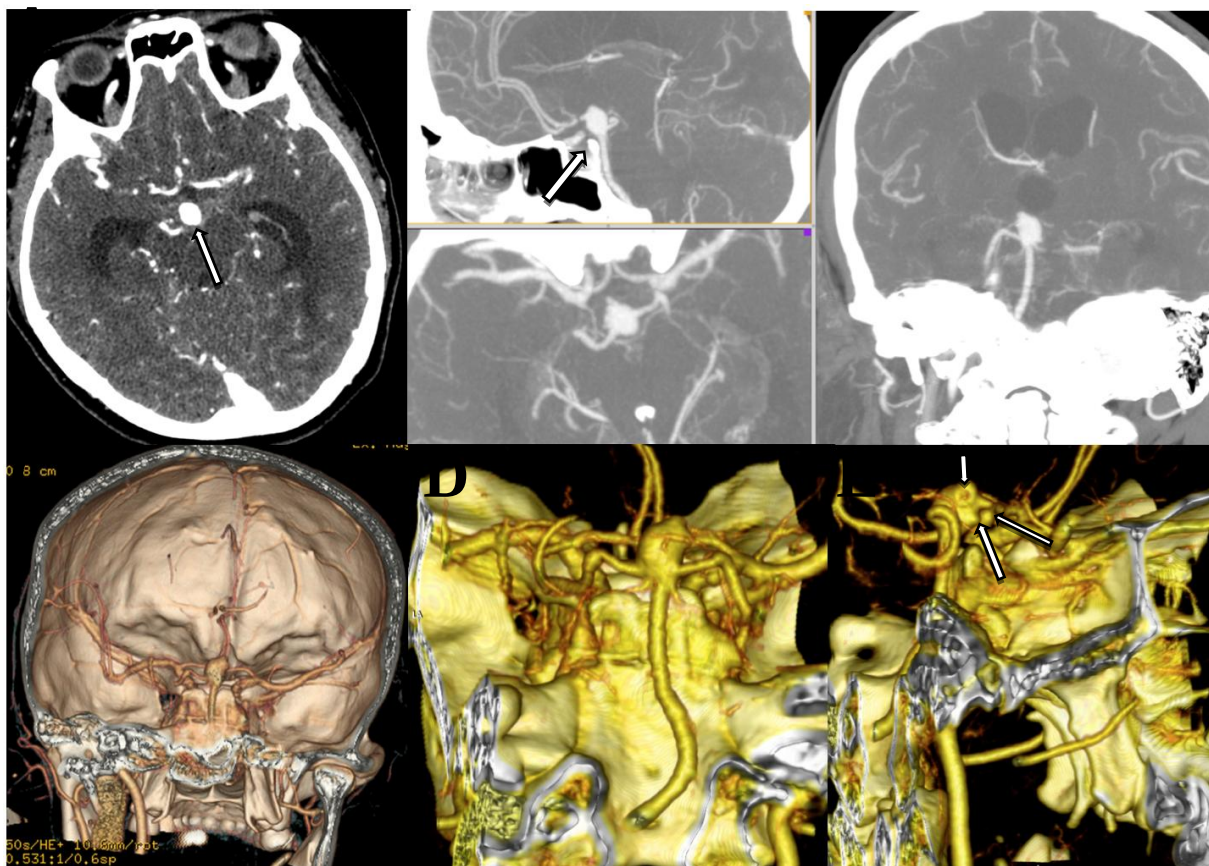


Figura 3.27. Femeie, 57 de ani. Anevrisma sacular cu configurație complexă a arterei bazilare. A – AngioCT axial, forma anevrismului se apreciază incorect ca fiind ovoidală (săgeata). B – AngioCT PIM, vizualizarea excelentă a formei complexe polilobulate a anevrismului, vectorului anevrismal, colului larg al anevrismului, evidențierea raportului anevrismului cu dorsumul selar (săgeata). C, D, E – AngioCT RV-3D, aprecierea detaliată a microlobulelor secundare pe conturul anterior al sacului anevrismal (săgețile).

absolut nu s-au vizualizat ramurile mici arteriale, eferente din fundul sacului anevrismal și/sau colul anevrismal.

Așadar, raportul anevrismului cu artera de origine și ramurile vasculare adiacente trebuie analizate, în primul rând, la CT 3D.

Referința cu sinusul cavernos nu se vizualiza sau se vizualiza slab cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT 3D (figura 3.28), comparativ cu examenul CT MIP (14,2% pacienți și 2,8% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT axial (14,2% pacienți și 2,8% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și examenul CT MIP (2,8% pacienți și 2,8% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Referința cu sinusul cavernos se vizualiza mediu semnificativ statistic mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (8,6% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p < 0,0$), la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (6,4% pacienți și 1,4% pacienți,

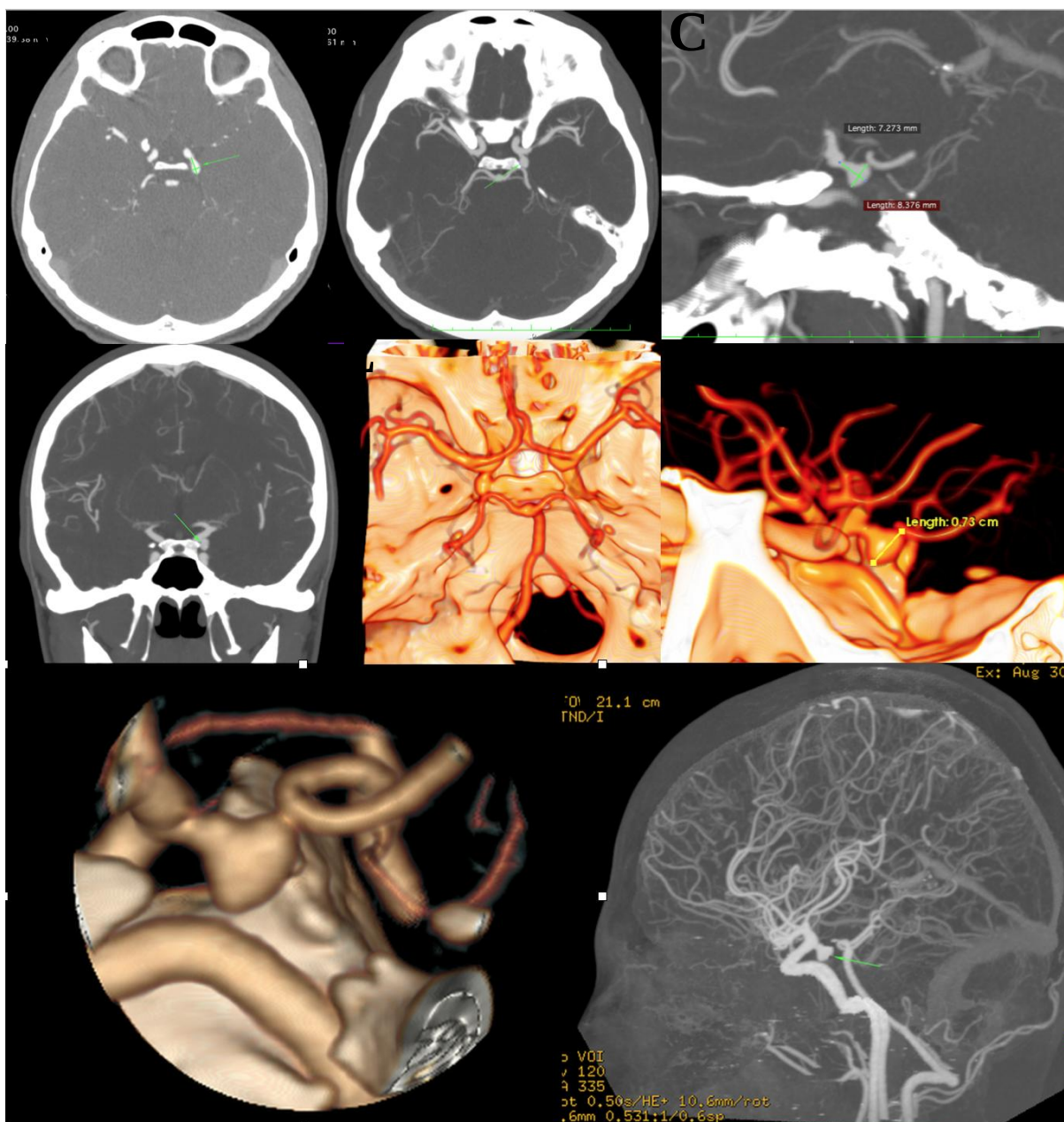


Figura 3.28. Bărbat, 22 de ani. Aneurism sacular al arterei carotide interne pe stânga. A – AngioCT axial, diametrul maximal al sacului anevrismal se apreciază incorect ca fiind maximal în direcția antero-posterioară (săgeata). B, C, D – AngioCT PIM, vizualizare bună a formei anevrismului, vectorului anevrismal înclinat inferior (D, săgeata), lățimii maxime ale sacului anevrismal în direcția cranio-caudală (măsurările diametrului maximal al sacului anevrismal), evidențierea raportului anevrismului cu dorsumul selar (B, săgeata). E, F, G – AngioCT RV-3D, aprecierea excelentă a formei tridimensionale, vizualizarea raportului anevrismului cu artera cerebrală posterioară pe stânga. H – imaginile 3D cu substracția manuală a osului, se vizualizează anevrismul (săgeata) și anatomia detaliată a vasului matern – artera carotidă stânga (săgeata).

respectiv; $p < 0,05$). Diferențe autentice între examenul CT axial și la examenul CT MIP nu s-au constatat (6,4% pacienți și 8,6% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Referința cu sinusul cavernos se vizualiza excelent semnificativ statistic mai frecvent doar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (7,1% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p < 0,05$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și examenul CT MIP (7,1% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$), la examenul CT MIP și examenul CT 3D (5,7% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Raportul anevrismului cu structurile sinusului cavernos este extrem de dificil de apreciat pe CT 3D, pentru că structurile venoase ale sinusului sunt de densitate medie sau pronunțat hipodense, comparativ cu arterele contrastate în faza angiografică, și nu sunt incluse în formarea imaginii 3D. Acest raport nu se vizualizează absolut sau vizualizarea este dificilă pe CT 3D în 20 (14,2%) de cazuri din totalul de 24 (17,1%) de cazuri. La CT MIP în majoritatea cazurilor vizualizarea era medie – 12 (8,6%) din 24 (17,1%) de cazuri. În acest caz structurile venoase ale sinusului participă în formarea imaginii, similar cu toate țesuturile moi, dar sunt foarte des ascunse sub structurile hiperdense (arterele contrastate și structurile osoase), evidențiate pronunțat la CT MIP. Vizualizare excelentă a fost înregistrată mai frecvent la CT axial, deoarece structurile foarte fine milimetrice ale sinusului cavernos pot fi apreciate numai pe secțiuni submilimetrice (achiziția imaginii axiale la scanerul CT GE V CT Select = 0,625 mm) primare axiale, fără suprapunerea structurilor localizate mai cranial și mai caudal.

Așadar, pentru anevrismele localizate în vecinătatea sinusului cavernos, raportul anevrism-structurile sinusului se efectuează la CT axial.

Artefactele “efect de volum parțial” nu se vizualizau cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (88,6% pacienți și 17,1% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (88,6% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (17,1% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$).

Artefactele “efect de volum parțial” se vizualizau slab sau minimal pronunțat semnificativ statistic mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (50,0% pacienți și 30,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT axial (50,0% pacienți și 9,3% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (30,7% pacienți și 9,3% pacienți, respectiv; $p < 0,001$).

Artefactele “efect de volum parțial” se vizualizau mediu sau maximal pronunțat semnificativ statistic mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (49,3% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (52,1% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Diferențe semnificative

între examenul CT 3D și examenul CT MIP nu s-au constatat (49,3% pacienți și 52,1% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Artefactul de volum parțial este mai pronunțat la CT MIP (52,1% cazuri) și, practic lipsește la CT axial (88,6% cazuri). Acest artefact provoacă dificultăți (contururi șterse) în analiza structurilor vasculare mici și poate ascunde caracteristici anatomice importante în planificarea intervenției chirurgicale și prognosticul postoperator. Astfel, pentru analiza detaliată a structurilor vasculare mici (micro-anevrisme, contactul anevrismului cu arterele perforante, localizarea vaselor submilimetrice în regiunea sacului anevrismal) trebuie evitată CT MIP și conturul acestor structuri trebuie întotdeauna verificat pe CT axial.

HSA a anevrismului erupt nu se vizualiza statistic semnificativ mai rar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (5,0% pacienți și 63,6% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (5,0% pacienți și 66,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (63,6% pacienți și 66,4% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

HSA a anevrismului erupt se vizualiza slab sau mediu statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (37,2% pacienți și 3,6% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (37,2% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (3,6% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

HSA a anevrismului erupt se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (25,0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (25,0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Sectoarele AVC nu se vizualizau statistic semnificativ mai rar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (2,9% pacienți și 40,7% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (2,9% pacienți și 42,9% pacienți, respectiv; $p<0,001$).

Sectoarele AVC se vizualizau slab statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (8,6% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$) și cu examenul CT 3D (8,6% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (1,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Sectoarele AVC se vizualizau mediu sau excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (31,4% pacienți și 0,7% pacienți,

respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (31,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

În structura analizei AngioCT la pacienții cu anevrism intracerebrale foarte important nu numai vizualizarea, localizarea și măsurarea modificărilor cerebrale secundare și concomitente (HSA, HIV, AVC ischemic și hemoragic acut, subacut și cronic), dar și raportul acestora cu anevrismul. Toate modificările cerebrale pot fi vizualizate simultan cu vizualizarea anevrismului doar la CT axial, pentru că la CT MIP acestea, de fapt ca și toate țesuturile moi, sunt șterse și suprapuse cu structurile localizate mai cranial și mai caudal, iar la CT 3D - sunt excluse din formarea imaginii tridimensionale vasculare.

Așadar, raportul anevrismului cu modificările cerebrale secundare și concomitente, enumerate anterior, trebuie analizate la CT axial.

Extravazarea agentului de contrast (simptomul "spot sign") reprezintă fluxul contrastului din lumenul vascular în hematoma, vizualizându-se hiperdensități lineare sau punctiforme submilimetrice, care nu sunt în contact direct cu traiectul vascular și sunt localizate în interiorul hematomului. Importanța clinică a extravazării constă în predicția puternică a expansiunii hematomului în faza hiperacută a HIC și reprezintă hemoragie activă ce corelează cu un pronostic nefavorabil. În studiul nostru, simptomul "spot sign" a fost înregistrat doar în 5 cazuri la CT axial, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică.

Extravazarea substanței de contrast nu se vizualiza similar la examenul CT axial, la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (65,0% pacienți, 66,4% pacienți și 68,6% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Extravazarea substanței de contrast se vizualiza slab sau mediu statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (3,6% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,05$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și la examenul CT MIP (3,6% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$), la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Extravazarea substanței de contrast se vizualiza excelent similar la examenul CT axial, la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0% pacienți, 1,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Așadar, în cazul hemoragiei anevrismale acute întotdeauna trebuie verificată prezența extravazării agentului de contrast pe CT axial pentru a exclude hemoragia acută.

Artefact de la clipul metalic. Structurile vasculare se vizualizau clar statistic semnificativ mai rar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (4,3% pacienți și 28,6% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (4,3% pacienți și 44,3% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (28,6% pacienți și 44,3% pacienți, respectiv; $p < 0,01$).

Structurile vasculare se vizualizau dificil statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (33,6% pacienți și 19,3% pacienți, respectiv; $p < 0,01$) și cu examenul CT 3D (33,6% pacienți și 17,9% pacienți, respectiv; $p < 0,01$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și la examenul CT 3D (19,3% pacienți și 17,9% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Pierderea locală sau difuză a vizualizării structurilor vasculare s-a vizualizat statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (45,7% pacienți și 7,1% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (45,7% pacienți și 7,1% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (7,1% pacienți și 7,1% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Cu cât artefactul de la metal este mai pronunțat, cu atât vizualizarea structurilor vasculare este mai dificilă până la pierderea totală a vizibilității arterelor. Analiza structurilor vasculare în prezența metalului intracerebral (clipul plasat pe colul anevrismal) este foarte importantă pentru aprecierea excluderii totale a anevrismului din circuitul sanguin. Artefactul depinde de numărul clipurilor instalate (cu cât este mai mare volumul metalului instalat și, respectiv, mai mare numărul clipurilor instalate, cu atât artefactul este mai exprimat) și de componența metalului din care este efectuat clipul. În studiul nostru, cea mai bună vizualizare a arterelor în prezența clipului metalic a fost înregistrată la CT 3D (62 – 44,3% din 97 – 69,3% cazuri). La CT MIP vizualizarea arterelor era preponderent dificilă (47 – 33,6% din 97 – 69,3% cazuri) și la CT axial a fost înregistrată pierderea locală și difuză a imaginii structurilor vasculare (64 – 45,7% din 97 – 69,3% cazuri).

Așadar, analiza postoperatorie a stării structurilor arteriale vasculare trebuie efectuată în primul rând la CT 3D.

Tromboză parțială nu se vizualiza sau se vizualiza slab statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (6,4% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p < 0,01$). Acest parametru era similar la examenul CT 3D și la examenul CT axial (6,4% pacienți și 2,1% pacienți, respectiv; $p > 0,05$), la examenul CT MIP și la examenul CT axial (0,7% pacienți și 2,1% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Tromboză parțială se vizualiza mediu statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (2,9% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Acest parametru era similar la examenul CT axial și la examenul CT MIP (2,9% pacienți și 2,1% pacienți, respectiv; $p>0,05$), la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (2,1% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Tromboză parțială se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (3,6% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Acest parametru era similar la examenul CT axial și la examenul CT MIP (1,4% pacienți și 3,6% pacienți, respectiv; $p>0,05$), la examenul CT axial și la examenul CT 3D (1,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevrism trombozat a fost înregistrat doar în 9 (6,4%) cazuri, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică veridică, dar constituie un grup foarte important cu dificultăți deosebite în diagnostic, analiza și intervenția chirurgicală. Masele trombotice necalcificate sunt hipodense și nu constituie substratul pentru formarea imaginii 3D, de aceea depistarea, dimensiunile și localizarea trombozei intraanevrismale nu era posibilă în toate cazurile la CT 3D. La CT axial în majoritatea cazurilor vizibilitatea trombusului intraluminal era medie (4 – 2,9% din 9 – 6,4% cazuri) din cauza imposibilității aprecierii corecte a întregului volum și localizare în diferite planuri a trombusului. Vizualizare excelentă a fost înregistrată în majoritatea cazurilor la CT MIP (5 – 3,6% din 9 – 6,4% cazuri).

Așadar, depistarea, determinarea dimensiunii, localizării și formei trombusului intraluminal anevrismal trebuie efectuate, în primul rând, la CT MIP.

Tromboză totală a anevrismului nu a fost constatată prin toate metodele.

Lungimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat era similară la toate 3 metode de reconstrucție: $15,6\pm 2,0$ mm la examenul CT axial, $15,2\pm 1,9$ mm la examenul CT MIP, $15,6\pm 1,9$ mm la examenul CT 3D ($p>0,05$).

Tendențe similare s-au constatat în lățimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat ($12,04\pm 1,4$ mm la examenul CT axial, $11,57\pm 1,4$ mm la examenul CT MIP, $12,6\pm 1,3$ mm la examenul CT 3D; $p>0,05$), lungimea maximală medie a trombusului ($20,7\pm 3,6$ mm la examenul CT axial și $22,2\pm 4,4$ mm la examenul CT MIP; $p>0,05$), lățimea maximală medie a trombusului ($9,81\pm 2,3$ mm la examenul CT axial și $10,37\pm 2,4$ mm la examenul CT MIP; $p>0,05$) și volumul mediu al sacului anevrismal ($0,5\pm 0,1$ cm³ la examenul CT axial și $0,88\pm 0,2$ cm³ la examenul CT MIP; $p>0,05$).

Analiza măsurărilor lumenului contrastat constituie, în linii generale, aceleași caracteristici ca și măsurările dimensiunilor sacului anevrismal, cu o excepție: dimensiunile lumenului anevrismal contrastat, în majoritatea cazurilor, sunt mai mici și artefactul ”volumului parțial” este mai pronunțat accentuat la CT MIP. Dar cele mai exacte dimensiuni sunt determinate la CT 3D, ceea ce corespunde aspectului intraoperator.

Aplicarea substracției de os, realizată la examenul CT 3D, a permis vizualizarea anevrismului în 104 (74,3%) cazuri, vizualizarea parțială a anevrismului în 27 (19,3%) de cazuri și anevrismul nu a fost vizualizat în 9 (6,4%) cazuri.

Substracția digitală de masivul osos cranian este foarte eficientă în vizualizarea arterelor intracraniene pe imagine tridimensională și fără suprapunerea structurilor osoase. Totodată, substracția posedă dificultăți pronunțate în formarea imaginii vasculare în regiunea bazei craniene și osului clinoid. În segmentul cranian al arterelor care se află în contact cu osul, generarea imaginii este imperfectă, cu multiple defecte a patului vascular până la lipsa unor segmente arteriale. Acest fenomen este cauzat de hiperdensitatea lumenului arterial contrastat și prezența plăcilor ateromatoase calcificate în pereții arteriali, care sunt considerate de program ca o structură osoasă și poate fi exclusă din formarea imaginii vasculare cu provocarea pierderilor locale de vizualizare a arterelor. De aceea substracția digitală automată nu trebuie să fie o metodă de elecție pentru analiza anevrismelor care sunt în contact cu osul, în special anevrismelor arterei carotide interne.

În baza rezultatelor obținute și experienței acumulate am elaborat un algoritm de analiză detaliată multilaterală a datelor imagistice ale AngioCT la pacienții cu anevrism intracranian – date necesare pentru stabilirea diagnosticului, caracteristica completă a tuturor parametrilor pentru selectarea tacticii de tratament și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale (anexa 1).

3.5. Concluzii la capitolul 3

1. Anevristm unic a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți (în 203 cazuri pe arterele poligonului Willis și în 22 de cazuri pe arterele extra-Willis), două anevrisme - la 35 (13,0%) de pacienți (în 32 de cazuri pe arterele poligonului Willis și în 3 cazuri pe arterele extra-Willis) și trei anevrisme - la 8 (3,0%) pacienți (în 7 cazuri pe arterele poligonului Willis și 1 caz pe artera extra-Willis).
2. Din totalul anevrismelor au erupt acut 196 (73,1%) de anevrisme, au erupt în antecedente 16 (6,0%) anevrisme și nu au erupt 56 (20,9%) de anevrisme.

3. În lotul format din 140 de pacienți cu anevrisme cerebrale unice ale poligonului Willis, examenul prin AngioCT a constatat următoarele localizări ale anevrismelor: ACoA la 77 (55,0%) de pacienți, ACoP la 6 (4,3%) pacienți, ACI la 30 (21,4%) de pacienți, ACM la 20 (14,3%) de pacienți și AB la 7 (5,0%) pacienți. Anevrisme localizate pe ACA și ACP nu s-au constatat.
4. În baza rezultatelor obținute și experienței acumulateam elaborat un algoritm de analiză detaliată multilaterală a datelor imagistice ale AngioCTla pacienții cu anevrism intracranian – date necesare pentru stabilirea diagnosticului, caracteristica completă a tuturor parametrilor pentru selectarea tacticii de tratament și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale.

4. SINTEZA REZULTATELOR OBȚINUTE

4.1. Caracteristica generală a anevrismelor cerebrale

În prezent, Angio-CT este utilizată pe scară largă ca o tehnică de imagistică eficientă pentru detectarea și caracterizarea anevrismelor intracraniene, mai ales la pacienții cu afecțiuni acute cu hemoragie subarahnoidiană, datorită performanței rapide și ușoare. Mai mult, dezvoltarea tehnologică a CT cu scanere multidetector a îmbunătățit semnificativ calitatea imagistică a Angio-CT și rata de identificare a anevrismelor intracraniene [121, 172].

Anevrismele cerebrale reprezintă o problemă importantă social-economică și de sănătate publică prin morbiditate înaltă, mortalitate sporită și consecințe nefaste semnificative. Cuvântul „aneurism” provine din latinescul „aneurysma”, care înseamnă dilatare. Aceste formațiuni pseudotumorale apar prin dilatarea, de diverse forme și dimensiuni, localizată, permanentă a pereților arteriali, determinată de slăbirea rezistenței parietale congenitală sau dobândită, în special a mediei, comunică cu lumenul vasului și au o tendință de creștere. Anevrismele cerebrale își manifestă prezența prin HSA sau hemoragie transparenchimotoasă în funcție de localizare [77, 163, 169].

Deși este o entitate recunoscută, o înțelegere clară a formării, creșterii, rupturii, precum și cele mai bune strategii de tratament a anevrismelor nerupte și anevrismelor rupte încă nu sunt cunoscute integral. Progresele recente în tehnicile de neurochirurgie și de îngrijire intensivă neurologică au dus la ameliorarea progresivă a mortalității, morbidității și stării funcționale în HSA secundară, după ruptură unui aneurism cerebral [32, 57, 169].

Prevalența anevrismelor variază în funcție de definiția formațiunii și de materialul pe care au fost efectuate studiile (date necropsice sau angiografice). Mai multe studii anatomice de amploare, realizate în perioada anilor '50-80, au raportat o gamă largă de frecvență a anevrismelor intracraniene nerupte (incidentale) și rupte în populația generală: de la 0,2% până la 9,9% [9, 22, 65, 80, 115, 165] sau, conform opiniei unor savanți, de până la 5% [141, 165] în funcție de studiu, populația evaluată, metodele de cercetare și caracteristicile aneurismului. Anevrismele cerebrale își manifestă prezența prin HSA sau hemoragie transparenchimotoasă în dependență de localizare [32].

Totuși, adesea anevrismele sunt asimptomatice și nu sunt detectate. Studiile clinice și anatomice, au estimat că 1-5% din populație prezintă anevrisme cerebrale. În SUA, prevalența anuală a anevrismelor este de circa 10-12 milioane cazuri, iar incidența anuală a sângerărilor - de circa 25-30 mii cazuri sau 1:10.000 de populație [44].

Incidența anevrismelor nerupte de novo, conform rezultatelor unor studii prospective, este de aproximativ 0,37-4,15% pe an. Acest indicator este mai mare (de 1,5-3 ori) în subpopulația feminină, comparativ cu bărbații, crește cu vârsta la ambele sexe, este mai mare la persoanele în vârstă de peste 60 de ani și alcătuiește 1,2% la persoanele în decada a șaptea și 3,0% la persoanele în decada a opta. Sexul feminin este un factor de risc independent pentru anevrismele cerebrale incidentale [84, 165].

Așadar, datele privind prevalența anevrismelor variază considerabil în funcție de studiu, design, populația evaluată și caracteristicile anevrismului. Dacă sunt luate în considerație toate dovezile disponibile privind supraestimarea și subestimarea, pentru adulți, fără factori de risc pentru HSA, anevrisme se găsesc în aproximativ 2% cazuri, în marea majoritate de dimensiuni mici (≤ 10 mm).

În scopul evaluării caracteristicilor generale ale patologiei cerebrale în baza metodelor imagistice de investigație (CT cerebrală nativă, AngioCT cerebrală) și aprecierii eficienței procedeeleor de reconstrucție a AngioCT (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă, reconstrucția tridimensională și neuronavigarea) în diagnosticul, caracteristica și managementul microchirurgical al anevrismelor poligonului Willisam realizat un studiu clinic, inclusiv retrospectiv.

În total, la 268 de pacienți a fost depistat anevrism intracerebral. HSA a fost diagnosticată la 193 (72,0%) de pacienți, HIC fără HIV - la 115 (42,9%) pacienți, HIC cu HIV - la 74 (27,6%) de pacienți și AVC ischemic - la 35 (13,1%) de pacienți.

Anevrismele sunt unice, multiple sau „în oglindă”, au dimensiuni de la câțiva milimetri până la forme gigante ($>2,5$ cm în diametru) [5, 116]. Anevrisme unice sunt prezente în 80-85% din cazuri și anevrisme multiple - în 15-20% din cazuri [141].

Din punct de vedere anatomopatologic, se disting două tipuri majore de anevrisme:

- anevrisme saculare (colet și sac anevrismal - o dilatație parțială a circumferinței, sacul comunicând cu lumenul arterial printr-un orificiu sau canal), pot fi pediculate sau nu și sunt considerate forme congenitale;
- anevrisme fuziforme (dobândite) - o dilatare circulară ovoidă în lungul axului arterei, în mod obișnuit asociate defectului parietal arterial, în special al mediei și al laminei elastice, disecției și aterosclerozei. Anevrismele fusiforme apar, de obicei, la pacienții mai în vârstă, pot duce la efect de masă sau ischemie și se rup mai puțin frecvent. Deși disecția sau defectul peretelui arterial sunt propuse ca bază pentru

cauza celor mai multe aneurisme fusiforme, sunt necesare studii ulterioare a patogenezei acestor leziuni [5, 24, 26, 49, 148].

Aneurismele saculare sunt rotunde și mai frecvente, iar cele fusiforme sunt mai dilatate, mai largi și mai rare, raportul constituind 50:1. Sacul aneurismal poate conține trombi rezultați în urma apariției curgerii turbulente [5, 24, 26, 49, 148].

În studiul nostru am obținut rezultate similare. Aneurisme saculare au fost constatate în 217 (96,4%) cazuri și aneurisme fusiforme în 8 (3,6%) cazuri. Un aneurism a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți, două aneurisme - la 35 (13,0%) de pacienți și trei aneurisme - la 8 (3,0%) pacienți.

În funcție de dimensiune, sunt aneurisme saculare miliare (≤ 3 mm în diametru), mici și medii (4-15 mm în diametru), mari (16-25 mm în diametru) și gigante (> 25 mm în diametru) [72]. Conform opiniei altor autori, aneurismele saculare pot fi grupate în trei tipuri: mici (< 10 mm), mari (10-25 mm) și gigante (> 25 mm), iar în funcție de lățimea gâtului sunt aneurisme cu gât mic (< 4 mm) și cu gât mare (> 4 mm). Aceste caracteristici anatomice sunt importante pentru decizia de abordare terapeutică și risc intraoperator [108, 148].

În funcție de dimensiune, noi am divizat aneurismele la pacienții din lotul de studiu în 4 grupuri: micro (< 3 mm) – 31 (13,8%) de cazuri, mici (3-10 mm) – 146 (64,9%) de cazuri, mari (11-25 mm) – 37 (16,4%) de cazuri și gigante (> 25 mm) – 11 (4,9%) cazuri.

Localizarea cea mai frecventă a aneurismelor cerebrale congenitale (85% din aneurismele saculare) este pe arterele de la baza creierului - pe arterele poligonului Willis. Peste 85% din totalul aneurismelor și peste 90% din aneurismele nerupte apar în partea anterioară a poligonului arterial. Nu există diferențe în localizarea aneurismelor rupte și nerupte [5, 22, 24, 64, 115]. Cel mai frecvent loc de plasare a aneurismelor (30-35%) este artera comunicantă anterioară, urmată de artera carotidă internă, artera comunicantă posterioară, bifurcația carotidă și artera oftalmică (30-34%), artera cerebrală medie (22-36%) [27, 71, 122]. Circa 8-10% din aneurisme sunt situate pe partea posterioară a poligonului Willis, cel mai frecvent pe artera bazilară [27].

În cazul aneurismelor intracraniene unice, circa 40% sunt localizate pe artera carotidă internă (majoritatea lor la nivelul emergenței arterei comunicante posterioare), circa 33% - la nivelul cerebralei anterioare și comunicantei anterioare, circa 20% - la nivelul arterei cerebrale medii (de obicei, la nivelul trifurcării) și circa 7% - la nivelul circulației posterioare cerebrale cu majoritatea la nivelul bifurcației arterei bazilare [27, 40, 43, 66].

În studiul nostru, aneurismele unice erau localizate pe următoarele artere ale poligonului Willis (în total 203): ACoA la 108 (53,2%) pacienți, ACoP la 8 (3,9%) pacienți, ACI la 41 (20,2%) de pacienți, ACA (a1, a2) la 1 (0,5%) pacient, ACM (m1, m2) la 36 (17,7%) de pacienți, ACP (p1, p2) la 1 (0,5%) pacient și AB la 8 (3,9%) pacienți. În 203 (90,2%) cazuri aneurismele unice erau localizate în circulația anterioară și în 22 (9,8%) de cazuri - în circulația posterioară.

Așadar, aneurismul este o dilatație arterială permanentă, circumscrisă, cu tendință de creștere, care comunică cu lumenul vasului și este delimitată de toate tunicile vasculare sau de unele dintre ele. Aneurismele intracerebrale sunt consecința unui defect al peretelui arterial, în special al mediei și a laminei elastice, pot fi congenitale (saculare), dobândite (fuziforme), cauzate de boli inflamatorii (endocardita infecțioasă subacută) sau microbiene, posttraumatice, aterosclerotice, mixomatoase sau disecante. Aneurismele cerebrale sunt localizate cel mai frecvent pe arterele părții anterioare a poligonului Willis.

În lotul nostru de studiu, aneurism unic a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți, două aneurisme - la 35 (13,0%) de pacienți și trei aneurisme - la 8 (3,0%) pacienți. În 203 (90,2%) cazuri aneurismele unice erau localizate pe arterele circulației anterioare și în 22 (9,8%) de cazuri - pe arterele circulației posterioare.

4.2. Eficiența tehnicilor de postprocesare a angiografiei prin tomografia computerizată în diagnosticul aneurismelor poligonului Willis

Pentru evaluarea comparativă a tehnicilor de reconstrucție a AngioCT, în studiu au fost incluși 140 de pacienți, 90 (40,7%) de bărbați și 60 (59,3%) de femei în vârstă de 19-78 de ani cu aneurisme cerebrale ale poligonului Willis (lotul de studiu), evaluați prin trei procedee de reconstrucție în baza datelor AngioCT cerebrale: axial, PIM și RV-3D. Vârsta medie a acestui grup de pacienți era de $51,51 \pm 1,1$ ani.

Examenul prin AngioCT a constatat următoarele localizări ale aneurismelor poligonului Willis: ACoA la 77 (55,0%) de pacienți, ACoP la 6 (4,3%) pacienți, ACI la 30 (21,4%) de pacienți, ACM la 20 (14,3%) de pacienți și AB la 7 (5,0%) pacienți.

Mai multe studii de amploare au raportat localizarea aneurismelor pe ACoA în 18,0-32,2% cazuri, pe ACoP - în 6-20,1% cazuri, pe ACA - în 6,6-16,0% cazuri, pe ACI - în 4,9-61,3% cazuri, pe ACM - în 5,8-48,0% cazuri, pe ACP - în 1,7% cazuri, pe artera vertebro-bazilară - în 10-30% cazuri [29, 82, 141]. Peste 85% din totalul aneurismelor se dezvoltă în partea anterioară a poligonului arterial [40, 66, 22, 24, 59].

Anevrismele erau unice la toți 140 (100,0%) de pacienți din lotul nostru de studiu. În marea majoritate a cazurilor – 129 (92,1%) – anevrismele erau localizate în partea anterioară a poligonului Willis și doar în 11 (7,9%) cazuri în partea posterioară. Anevrisme saculare prezentau 135 (96,4%) de pacienți și anevrisme fusiforme 5 (3,6%) pacienți. Configurația anevrismului era unilobulară la 75 (53,6%) de pacienți, multilobulară la 60 (42,9%) de pacienți și nu s-a determinat la 5 (3,6%) pacienți cu anevrisme fusiforme.

De regulă, tehnica imagistică de prima linie pentru diagnosticul unui anevrism cerebral (rupt sau nerupt) este AngioCT sau ARM, care au riscuri minime asociate. Angiografia cerebrală prin cateterizare este cea mai efektivă metodă în diagnosticul anevrismelor cerebrale, dar, fiind o metodă invazivă și însoțită deseori de complicații, este efectuată în toate cazurile când alte cercetări oferă informații dubioase sau când cauza HSA rămâne nediagnosticată la AngioCT. Utilizarea CT multidetector în neuroradiologie a îmbunătățit considerabil AngioCT a circulației carotide, vertebrale și intracraniene datorită achiziției imaginilor submilimetrice cu rezoluție spațială izotropică și posibilitatea reconstrucției multiplanare a axelor vasculare [157].

Cu toate acestea, așa cum există numeroase tehnici de reconstrucție a imaginilor AngioCT, disponibile în prezent pe stațiile de prelucrare, și cum acestea au influențat calitatea finală a examinării, radiologii trebuie să fie conștienți de avantajele și limitările diverselor tehnici de reconstrucție pentru optimizarea examinării ACT [157].

Procesarea și reconstrucția imaginilor AngioCT pe stațiile de lucru permite optimizarea calității examenului, diagnosticului clinic, tratamentul mai eficient și mai corect. Cel mai frecvent sunt efectuate reconstrucțiile plane, frontale, sagitale sau oblice și curbilinii. Pe lângă aceste reconstrucții multiplanare, în prezent sunt disponibile pe stațiile de lucru de post-procesare trei tehnici de reconstrucție tridimensionale: tehnica displeului cu suprafața umbrită, PIM și RV-3D [138].

În practica clinică sunt utilizați, de obicei, următorii algoritmi de reconstrucție. RMP este prima metodă la începutul evaluării rezultatelor AngioCT pentru confirmarea unui anevrism și pentru a crea secțiuni coronale, axiale, sagitale sau oblice. Imaginile RMP sunt obținute în timp real și, prin urmare, nu sunt consumatoare de timp, sunt direct și rapid asimilate de către medicul radiolog, iar selectarea orientării planurilor de reconstrucție este nelimitată [42, 150]. RMP poate fi combinată cu PIM, algoritm pentru vizualizarea pixelilor cu luminozitate maximă, care, cu toate acestea, are o utilitate limitată în AngioCT, datorită atenuării mai mari a craniului, comparativ cu arterele intracraniene, imposibilității depistării anevrismelor mici, imposibilității

descrierii clare a relațiilor anevrismului cu arterele adiacente, utilizarea doar a 10% din informațiile conținute într-un volum [42, 115, 150].

Tehnica displeului cu suprafața umbrită și tehnica RV-3D sunt mai puțin simple decât PIM și cere utilizatorului să definească praguri pentru selectarea de voxelii pe baza unităților Hounsfield. Tehnica de RV utilizează toate voxelurile într-un volum pentru a evita pierderea de informații tipică pentru tehnicile PIM și tehnica displeului cu suprafața umbrită [42, 138, 150].

Tehnica de RV-3D este unul dintre cei mai avansați algoritmi de reconstrucție, care include toate datele relevante în imaginea rezultată și produce imagini tridimensionale angiografice de înaltă calitate [42, 70, 143, 150]. AngioCT-3D cu substracția oaselor craniene, efectuată pe un multidetector, este un instrument de diagnostic corect și promițător care pare a fi echivalent cu ASD pentru detectarea și programarea tratamentului anevrismelor intracraniene. Tehnica reduce timpul de citire, îmbunătățește delimitarea vaselor și crește rata de detecție a anevrismelor cerebrale [70]. Odată ce anevrismul este identificat, AngioCT-3D cu substracția oaselor craniene este utilizată pentru reprezentarea poziției și orientarea spațială a colului și sacului anevrismal, caracterizarea ramificațiilor arteriale de lângă colul anevrismal, relației dintre anevrism și anatomia osoasă locală și regională. Evaluarea anatomică exactă a anevrismului este utilă pentru selectarea adecvată a tratamentului [150].

Deși termenul „reconstrucția imaginii” este frecvent utilizat în loc de „reformatarea imaginii”, trebuie de avut în vedere că reconstrucția imaginii este procedura care transformă datele brute obținute în imagini CT. Cu tehnici de proiecție, imaginea reformatată este ceea ce observatorul dorește să vadă și să studieze bidimensional prin intermediul volumului. Cu aceasta tehnica, imaginile AngioCT sunt afișate bidimensional în planuri ortogonale sau arbitrare (RMP) cu posibilitatea adăugării algoritmilor PIM pentru a evidenția structurile vasculare opacificate care cu os prezintă pixeli cu luminozitate maximă. În plus, pentru a îmbunătăți vizualizarea structurilor vasculare, poate fi folosită tehnica STS pentru a selecta grupuri voxel de diferite grosimi de includere sau excludere a lor din imagine și pentru a îmbunătăți evaluarea structurii studiate prin reducerea interferenței parțiale de volum și suprapunerea altor structuri [138, 150].

Cu toate că AngioCT a circulației intracraniene a suferit îmbunătățiri considerabile în ultimii ani, ca urmare a progreselor tehnologice în scanerul multidetector și software-ul de procesare a imaginii disponibile pe stațiile de lucru, există controverse privind valoarea de diagnostic și utilizarea clinică a diferitelor tehnici de reformare. Sunt realizate puține studii care compară eficiența diferitelor procedee a unei tehnici în depistarea anevrismelor cerebrale. Persistă

divergențe privind influențatehnicilor de reformatare asupra calității finale a examinării, avantajele și limitărilepentru diagnostic șioptimizarea examenului AngioCT. Astfel de studii s-au efectuat pentru evaluarea organelor toracice, vascularizației rinichiului, donatorilor de ficat și stenozei arterei carotide [150].

Unele studii au comparat STS-RMP, STS-PIM și RV-3D a AngioCT multislice în evaluarea vaselor cervico-craniene [42, 150]. Conform rezultatelor obținute, imaginile PIM au fost semnificativ superioare imaginilor RMP pentru toți parametrii examinați: evidențierea mai completă a arterelor, creșterea omogenității vaselor, vizualizarea calcificatelor parietale și intraluminale, definirea corectă a afecțiunii ($p < 0,05$) [42, 150]. Imaginile oblic-coronale ale RV-3D au fost semnificativ superioare imaginilor similare ale PIM în evaluarea vaselor vertebro-bazilare ($p < 0,05$). În toate celelalte cazuri, imaginile RV-3D au fost echivalente cu imaginile PIM[42, 150].Studiul a evidențiat următoarele constatări:

- 1) în evaluarea disecției arterei carotide, imaginile PIM în asociere cu imaginile sursă au fost cele mai adecvate pentru definirea lumenului dublu,
- 2) în evaluarea gradului de stenoză cauzată de plăcile de calcificate, măsurătorile s-au bazat pe imaginile sursă în toate cazurile,
- 3) în evaluarea anevrismelor au fost folosite imaginile PIM și RV-3D în cele trei planuri ortogonale,
- 4) originile fetale ale poligonului Willis au fost cel mai bine evaluate cu imaginile PIM, deoarece această tehnică a evidențiat complet ramurile arteriale,
- 5) în evaluarea calcificărilor parietale ale porțiunii cavernoase a arterei carotide interne, imaginilePIMau fost cele mai utile[150].

Conform datelor altui studiu comparativ, a fost demonstrată superioritatea metodei de reformatare PIM, față de metoda de reformatare RMP, pentru arterele extracraniene, arterele intracraniene, sinusul cavernos, venele cerebrale interne, calitatea imaginii de ansamblu și delimitarea calcificărilor vasculare din lumenul vascular. Nu au existat diferențe semnificative între aceste procedee pentru vasele mari venoase (sinusul superior sagital, sinusul transversal, sinusul sigmoid și venele jugulare), severitatea artefactelor și evaluarea vizuală a contrastului vascular[42].

Autorii ambelor studii au concluzionat că metoda PIM trebuie inclusă într-un protocol standard de analiză ca tehnică primară de reformatare a AngioCT pentru vizualizarea arterelor cervico-craniale și trebuie utilizată în asociere cu imaginile sursă. Imaginile RV-3D au un rol

important au un rol important, concomitent cu imaginile PIM și imaginile sursă, în interpretarea afecțiunii, mai ales în cazurile de anevrisme[42, 150].

Deși, pe imaginile PIM anevrismele mici pot fi ratate, deoarece sunt mascate de semnalele vaselor donatoare în același plan bidimensional [42, 115, 150], în studiul nostru, anevrism vizibil a fost depistat semnificativ mai frecvent prin examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (99,3% pacienți și 92,1% pacienți, respectiv; $p<0,01$). Nu s-au constatat diferențe statistic semnificative ale acestui indicator între examenul CT MIP și examenul CT axial (99,3% pacienți și 96,4%, pacienți, respectiv; $p>0,05$), între examenul CT axial și examenul CT 3D (96,4% pacienți și 92,1%, pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevristm parțial vizibil a fost relevat statistic semnificativ mai frecvent prin examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (7,9% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,01$) și cu examenul CT axial (7,9% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$). Detectarea anevrismului parțial vizibil era similară la examenul CT axial și la examenul CT MIP (1,4% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Conform opiniei unor autori, în evaluarea morfologiei anevrismelor sunt utilizate imaginile PIM și RV-3D în cele trei planuri ortogonale [150]. Anevrismele saculare simple rotunde au fost constatate mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (25,7% pacienți și 14,3% pacienți, respectiv; $p<0,05$) și cu examenul CT 3D (25,7% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$). Anevrismele saculare simple ovoidale au fost diagnosticate mai rar la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (28,6% pacienți și 45,0% pacienți, respectiv; $p<0,01$) și cu examenul CT MIP (28,6% pacienți și 39,3% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Anevrismele saculare complexe, dimpotrivă, au fost constatate autentic mai rar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (24,3% pacienți și 42,9% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT 3D (24,3% pacienți și 56,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (42,9% pacienți și 56,4% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Frecvența depistării anevrismelor fusiforme nu se deosebea semnificativ statistic în funcție de procedeele de reconstrucție ale AngioCT.

Așadar, forma anevrismului sacular mai corect se apreciază pe imaginile CT 3D (cu excepția anevrismelor trombozate, unde este păstrată circulația sangvină). Forma anevrismului fusiform se apreciază similar pe imaginile CT 3D și CT MIP.

Tehnica de reformatare MIP este superioară tehnicii RMP în capacitatea de a sublinia mai complet formele individuale ale arterelor ($p<0,05$), însă este echivalentă cu RV-3D [42, 150]. În studiul nostru, forma anevrismului se aprecia ușor statistic semnificativ mai frecvent la

examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (94,3% pacienți și 25,0% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT axial (94,3% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (25,0% pacienți și 11,4% pacienți, respectiv; $p<0,01$).

În majoritatea cazurilor, aprecierea corectă detaliată a formei anevrismului nu era posibilă sau era dificilă la CT axial (70,7%), se aprecia mediu în majoritatea cazurilor la CT MIP (60,7%) și se aprecia ușor în majoritatea absolută a cazurilor la CT 3D (94,3%). Aneurismele trombozate sunt vizualizate ușor numai pe imaginile MIP, care trebuie să fie considerată o metodă de elecție pentru aprecierea formei anevrismelor trombozate.

Vazospasmul la baza creierului apare regulat după HSA la aproximativ 30% dintre pacienți, poate implica întreg sistemul arterial al poligonului Willis până la segmentele vaselor distale și este cauza majoră a morbidității tardive sau decesului. Semnele de ischemie, de obicei, apar la a 4 zi de la ruptură, sunt maxime către ziua a 7-a, tind să se rezolve către ziua a 14-a, dar pot persista și mai mult timp. Deși mecanismul exact este neclar, vazospasmul cerebral pare a fi legat de prezența sângelui coagulat și a produșilor de liză în jurul unei artere. Variația genetică, care influențează reglarea NO, de asemenea, contribuie la riscul vazospasmului la pacienții cu HSA. Vazospasmul cerebral sever simptomatic prezintă semne tipice legate de teritoriile arteriale specifice implicate [40, 66].

Gravitatea vazospasmului este proporțională cu volumul și durata de persistență a sângelui în cisterne. Re-sângerările, chiar în volume mici, accentuează puternic spasmul. Modificările de tip degenerativ care survin în tunicile peretelui arterial și care au ca rezultat îngroșarea intimei și rigiditatea mediei, pot face ca revenirea să întârzie [40, 66].

Vazospasmul se vizualiza excelent cu semnificație statistică mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT MIP (57,1% pacienți și 5,0% pacienți, respectiv; $p<0,001$) și cu examenul CT axial (57,1% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (5,0% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p<0,05$).

Vazospasmul, în majoritatea absolută a cazurilor, nu s-a vizualizat sau s-a vizualizat slab la CT axial (58,5% din totalul de 59,3% de cazuri de vazospasm). Vizualizarea vazospasmului este dificilă pe CT axial pentru că traiectul vasului spasmă nu poate să corespundă exact cu planul secțiunilor transversale, de aceea secțiunile vasculare se vizualizează preponderent punctiform, configurat rotund sau oval, ce împiedică aprecierea gradului de vazospasm și lungimii segmentului spasmă. Alți factori care complică vizualizarea vaselor spasmate pe CT axial este prezența HSA, care șterge contururile arterelor poligonului Willis, și

însuși vazospasmul – diminuarea diametrului vascular cu diminuarea concentrației și volumului agentului de contrast.

Vizualizarea vazospasmului la CT MIP, în majoritatea absolută a cazurilor, era medie, ceea ce se explică nu numai prin densitatea diminuată a vasului spasmă, dar și prin ”efectul volumului parțial” a structurii vasculare spasmate, foarte fine, de diametru milimetric. Cea mai eficientă metodă pentru aprecierea vazospasmului s-a dovedit a fi CT 3D (vizualizarea excelentă în 57,1% din totalul de 59,3% din cazuri) din cauza combinației de factori: vizualizare simultană pe o imagine a tuturor traiectelor vasculare, excluderea imaginii sângelui din HSA, artefactul de ”volum parțial” minimal accentuat. Așadar, vazospasmul cerebral trebuie apreciat în primul rând la CT 3D.

În vizualizarea calcificatelor parietale și stenozelor vasculare, tehnica MIP, de asemenea, era superioară tehnicilor MPR și RV-3D ($p < 0,05$), prin determinarea mai exactă a formei plăcuțelor de calcificate în raport cu lumenul vascular îmbunătățit datorită selectării pixelilor cu un prag mai mare de luminozitate [42, 150, 157].

În pofida acestui fapt, noi nu am relevat diferențe statistic semnificative privind vizualizarea calcificatelor. Totuși, calcificatele nu se vizualizau doar la examenul CT 3D (0,7%), se vizualizau slab la examenul CT 3D (1,4%) și la examenul CT MIP (0,7%), se vizualizau mediu doar la examenul CT axial (1,4%), se vizualizau excelent la examenul CT MIP (2,9%), la examenul CT axial (2,1%) și la examenul CT 3D (1,4%).

Calcificatele peretelui anevrismal se întâlnesc destul de rar și preponderent la aneurisme mari, trombozate. Prezența calcificatelor este foarte importantă pentru managementul clinic, deoarece complică semnificativ intervenția neurochirurgicală și, în special, aplicarea clipului vascular. În studiul nostru, doar la 5 pacienți a fost înregistrată prezența calcificatelor anevrismale, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică corectă a acestui parametru. Totuși, vizibilitatea minimală a fost apreciată la CT 3D, fapt care se explică prin metoda de formare a imaginii vasculare 3D: excluderea tuturor structurilor de densitate medie, inclusiv și maselor trombotice moi, localizate, de obicei, între lumenul contrastat și calcinate, evidențiate ca ”suspendate” în structurile cerebrale, fără contact cu lumenul contrastat și imposibil de diferențiat de calcifierile unice intracerebrale, plexurile coroidale calcificate etc. La CT MIP vizualizare excelentă a fost depistată la 4 (2,9%) din 5 (3,6%) cazuri. La CT MIP toate structurile hiperdense, inclusiv și calcificatele, sunt semnificativ evidențiate, se vizualizează excelent în raport cu trombusul intraluminal, pot fi apreciate localizarea și extinderea exactă a calcificatelor în structura sacului anevrismal. Într-un caz calcinatul nu a fost evidențiat la CT MIP (rezultat

fals-negativ), pentru că s-a suprapus pe imaginea masivului osos al bazei craniului la un pacient cu anevrism al ACI, segmentul intraclinoidian.

Așadar, calcificatele anevrismale trebuie apreciate, în primul rând, pe CT MIP, apoi verificate pe CT axial pentru a exclude suprapunerea cu structurile osoase.

Deoarece structurile osoase fac obscure anevrismele, MIP a fost prima imagine obținută automat prin aplicația pentru eliminarea osului fără postprocesare manuală. Eliminarea selectivă a structurilor osoase poate îmbunătăți interpretarea anevrismelor intracerebrale [70].

Contactul os-anevrism se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (16,4% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,01$), la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (15,7% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p < 0,01$). La examenul CT MIP și la examenul CT 3D acest indicator era similar (16,4% pacienți și 15,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Raportul între structurile osoase și sacul anevrismal la CT axial se vizualizează dificil sau mediu în majoritatea cazurilor, deoarece planul suprafețelor de contact nu corespunde cu planul transversal al secțiunilor primare. Vizualizare excelentă a fost înregistrată la CT MIP (16,4%) și CT 3D (15,7%) fără diferență statistică semnificativă. Și la CT MIP și la CT 3D în toate planurile se vizualizează suprafețele de contact, localizarea și extinderea acestora. Unica excepție constituie anevrismele mari și gigante, care expun forță de compresie de lungă durată asupra osului și provoacă eroziune osoasă, care poate fi apreciată numai pe secțiuni axiale fine.

Așadar, raportul între structurile osoase și anevrism poate fi apreciat la CT 3D și/sau CT MIP și verificat la CT axial în cazul prezenței eroziunii osoase.

Pe imaginile RV-3D sunt bine demonstrate colul anevrismal, relația anevrismului cu artera maternă și ramurile asociate, relația anevrismului cu structurile osoase adiacente, cum ar fi procesul clinoid anterior [42, 70, 143, 150].

Contactul vas-anevrism se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (25,7% pacienți și 2,9% pacienți, respectiv; $p < 0,01$) și cu examenul CT MIP (25,7% pacienți și 8,6% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (8,6% pacienți și 2,9% pacienți, respectiv; $p < 0,05$).

Raportul între vasul matern, ramificațiile arteriale adiacente și sacul/colul anevrismal reprezintă un parametru foarte important pentru planificarea, realizarea și pronosticul intervenției chirurgicale. În analiza acestor parametri este foarte important traiectul 3D al arterei materne și ramurilor adiacente, care trebuie evidențiat preoperator din toți vectorii vizuali posibili în spațiul

individual cerebral 3D, fapt posibil de efectuat detaliat doar pe CT 3D (vizualizare excelentă în 25,7% cazuri). Vizualizarea medie – vizualizare incompletă a detaliilor mici vasculare – a fost înregistrată mai des la CT MIP. La CT axial, de asemenea, foarte des absolut nu s-au vizualizat ramurile mici arteriale, eferente din fundul sacului anevrismal și/sau colul anevrismal.

Așadar, raportul anevrismului cu artera de origine și ramurile vasculare adiacente trebuie analizate, în primul rând, la CT 3D.

Conform datelor unui studiu, imaginile PIM au fost semnificativ superioare imaginilor RMP în delimitarea tuturor arterelor extracraniene și intracraniene, segmentelor arteriale, în delimitarea sinusului cavernos și venelor cerebrale interne ($p < 0,05$) [42].

Referința cu sinusul cavernos se vizualiza excelent semnificativ statistic mai frecvent doar la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT 3D (7,1% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p < 0,05$). Acest indicator era similar la examenul CT axial și examenul CT MIP (7,1% pacienți și 5,7% pacienți, respectiv; $p > 0,05$), la examenul CT MIP și examenul CT 3D (5,7% pacienți și 1,4% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Raportul anevrismului cu structurile sinusului cavernos este extrem de dificil de apreciat pe CT 3D, pentru că structurile venoase ale sinusului sunt de densitate medie sau pronunțat hipodense, comparativ cu arterele contrastate în faza angiografică, și nu sunt incluse în formarea imaginii 3D. Acest raport nu se vizualizează absolut sau vizualizarea este dificilă pe CT 3D în 20 (14,2%) de cazuri din totalul de 24 (17,1%) de cazuri. La CT MIP în majoritatea cazurilor vizualizarea era medie – 12 (8,6%) din 24 (17,1%) de cazuri. În acest caz structurile venoase ale sinusului participă în formarea imaginii, similar cu toate țesuturile moi, dar sunt foarte des ascunse sub structurile hiperdense (arterele contrastate și structurile osoase), evidențiate pronunțat la CT MIP. Vizualizare excelentă a fost înregistrată mai frecvent la CT axial, deoarece structurile foarte fine milimetrice ale sinusului cavernos pot fi apreciate numai pe secțiuni submilimetrice (achiziția imaginii axiale la scannerul CT GE V CT Select = 0,625 mm) primare axiale, fără suprapunerea structurilor localizate mai cranial și mai caudal.

Așadar, pentru anevrismele localizate în vecinătatea sinusului cavernos, raportul anevrism-structurile sinusului se efectuează la CT axial.

În literatura de specialitate nu au fost constatate diferențe semnificative pentru vasele venoase mari, evaluarea vizuală a contrastului vascular sau impactul artefactelor de imagine între imaginile PIM și RMP [42].

Artefactele “efect de volum parțial” se vizualizau mediu sau maximal pronunțat semnificativ statistic mai frecvent la examenul CT 3D, comparativ cu examenul CT axial (49,3%

pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$), la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT axial (52,1% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Diferențe semnificative între examenul CT 3D și examenul CT MIP nu s-au constatat (49,3% pacienți și 52,1% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Artefactul de volum parțial este mai pronunțat la CT MIP (52,1% cazuri) și, practic lipsește la CT axial (88,6% cazuri). Acest artefact provoacă dificultăți (contururi șterse) în analiza structurilor vasculare mici și poate ascunde caracteristici anatomice importante în planificarea intervenției chirurgicale și prognosticul postoperator. Astfel, pentru analiza detaliată a structurilor vasculare mici (micro-anevrisme, contactul anevrismului cu arterele perforante, localizarea vaselor submilimetrice în regiunea sacului anevrismal) trebuie evitată CT MIP și conturul acestor structuri trebuie întotdeauna verificat pe CT axial.

HSA a anevrismului erupt se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (25,0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (25,0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

Sectoarele AVC se vizualizau mediu sau excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT axial, comparativ cu examenul CT MIP (31,4% pacienți și 0,7% pacienți, respectiv; $p < 0,001$) și cu examenul CT 3D (31,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p < 0,001$). Acest indicator era similar la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0,7% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p > 0,05$).

În structura analizei AngioCT la pacienții cu anevrism intracerebral este foarte important nu numai vizualizarea, localizarea și măsurarea modificărilor cerebrale secundare și concomitente (HSA, HIV, AVC ischemic și hemoragic acut, subacut și cronic), dar și raportul acestora cu anevrismul. Toate modificările cerebrale pot fi vizualizate simultan cu vizualizarea anevrismului doar la CT axial, pentru că la CT MIP acestea, de fapt ca și toate țesuturile moi, sunt șterse și suprapuse cu structurile localizate mai cranial și mai caudal, iar la CT 3D - sunt excluse din formarea imaginii tridimensionale vasculare.

Așadar, raportul anevrismului cu modificările cerebrale secundare și concomitente, enumerate anterior, trebuie analizate la CT axial.

Extravazarea agentului de contrast (simptomul "spot sign") reprezintă fluxul contrastului din lumenul vascular în hematoma, vizualizându-se hiperdensități lineare sau punctiforme submilimetrice, care nu sunt în contact direct cu traiectul vascular și sunt localizate

în interiorul hematomului. Importanța clinică a extravazării constă în predicția puternică a expansiunii hematomului în faza hiperacută a HIC și reprezintă hemoragie activă ce corelează cu un pronostic nefavorabil. În studiul nostru, simptomul "spot sign" a fost înregistrat doar în 5 cazuri la CT axial, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică.

Extravazarea substanței de contrast se vizualiza excelent similar la examenul CT axial, la examenul CT MIP și la examenul CT 3D (0% pacienți, 1,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Așadar, în cazul hemoragiei anevrismale acute întotdeauna trebuie verificată prezența extravazării agentului de contrast pe CT axial pentru a exclude hemoragia acută.

Cu cât artefactul de la metal (clipul plasat pe colul anevrismal) este mai pronunțat, cu atât vizualizarea structurilor vasculare este mai dificilă până la pierderea totală a vizibilității arterelor. Analiza structurilor vasculare în prezența metalului intracerebral este foarte importantă pentru aprecierea excluderii totale a anevrismului din circuitul sangvin. Artefactul depinde de numărul clipurilor instalate (cu cât este mai mare volumul metalului instalat și, respectiv, mai mare numărul clipurilor instalate, cu atât artefactul este mai exprimat) și de componența metalului din care este făcut clipul. În studiul nostru, cea mai bună vizualizare a arterelor în prezența clipului metalic a fost înregistrată la CT 3D (62 – 44,3% din 97 – 69,7% cazuri). La CT MIP vizualizarea arterelor era preponderent dificilă (47 – 33,6% din 97 – 69,3% cazuri) și la CT axial a fost înregistrată pierderea locală și difuză a imaginii structurilor vasculare (64 – 45,7% din 97 – 69,3% cazuri).

Așadar, analiza postoperatorie a stării structurilor arteriale vasculare trebuie efectuată în primul rând la CT 3D.

Porțiunea de umplere și partea trombozată a anevrismului gigant parțial trombozat pot fi vizualizate pe aceeași imagine RV-3D, iar porțiunea de umplere poate fi mai bine apreciată cu RV-3D [42, 70, 143, 150]. În studiul nostru, tromboza parțială se vizualiza excelent statistic semnificativ mai frecvent la examenul CT MIP, comparativ cu examenul CT 3D (3,6% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p<0,05$). Acest parametru era similar la examenul CT axial și la examenul CT MIP (1,4% pacienți și 3,6% pacienți, respectiv; $p>0,05$), la examenul CT axial și la examenul CT 3D (1,4% pacienți și 0% pacienți, respectiv; $p>0,05$).

Anevriism trombozat a fost înregistrat doar în 9 (6,4%) cazuri, ceea ce este insuficient pentru analiza statistică veridică, dar constituie un grup foarte important cu dificultăți deosebite în diagnostic, analiză și intervenția chirurgicală. Masele trombotice necalcificate sunt hipodense și nu constituie substratul pentru formarea imaginii 3D, de aceea depistarea, dimensiunile și

localizarea trombozei intraanevrismale nu era posibilă în toate cazurile la CT 3D. La CT axial, în majoritatea cazurilor, vizibilitatea trombusului intraluminal era medie (4 – 2,9% din 9 – 6,4% cazuri) din cauza imposibilității aprecierii corecte a întregului volum și localizare în diferite planuri a trombusului. Vizualizare excelentă a fost înregistrată în majoritatea cazurilor la CT MIP (5 – 3,6% din 9 – 6,4% cazuri).

Așadar, depistarea, determinarea dimensiunii, localizării și formei trombusului intraluminal anevrismal trebuie efectuate, în primul rând, la CT MIP.

Conform opiniei unor savanți, imaginile PIM sunt mai fiabile pentru măsurarea dimensiunii, stenozei și colului anevrismal, deoarece acestea sunt mai puțin sensibile la artefacte [115, 143]. În studiul nostru, lungimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat era similară la toate 3 metode de reconstrucție: $15,6 \pm 2,0$ mm la examenul CT axial, $15,2 \pm 1,9$ mm la examenul CT MIP, $15,59 \pm 1,9$ mm la examenul CT 3D ($p > 0,05$).

Tendințe similare s-au constatat în lățimea maximală medie a lumenului anevrismal contrastat ($12,04 \pm 1,4$ mm la examenul CT axial, $11,57 \pm 1,4$ mm la examenul CT MIP, $12,6 \pm 1,3$ mm la examenul CT 3D; $p > 0,05$), lungimea maximală medie a trombusului ($20,7 \pm 3,6$ mm la examenul CT axial și $22,24 \pm 4,4$ mm la examenul CT MIP; $p > 0,05$), lățimea maximală medie a trombusului ($9,81 \pm 2,3$ mm la examenul CT axial și $10,38 \pm 2,4$ mm la examenul CT MIP; $p > 0,05$) și volumul mediu al sacului anevrismal ($0,5 \pm 0,1$ cm³ la examenul CT axial și $0,88 \pm 0,2$ cm³ la examenul CT MIP; $p > 0,05$).

Analiza măsurărilor lumenului contrastat constituie, în linii generale, aceleași caracteristici ca și măsurările dimensiunilor sacului anevrismal, cu o excepție: dimensiunile lumenului anevrismal contrastat, în majoritatea cazurilor, sunt mai mici și artefactul ”volumului parțial” este mai pronunțat accentuat la CT MIP. Dar cele mai exacte dimensiuni sunt determinate la CT 3D, ceea ce corespunde aspectului intraoperator.

Actualmente pe larg este utilizată RV-3D cu substrația oaselor craniene - instrument de diagnostic corect și promițător, care este echivalent cu angiografia cu substrație digitală pentru detectarea și programarea tratamentului anevrismelor intracraniene. Metoda elimină structurile osoase, frecvent suprapuse pe anevrismele cerebrale și pe vasele poligonului Willis, permite vizualizarea structurilor vasculare separat de substanța creierului și masivul osos, îmbunătățește semnificativ vizualizarea și interpretarea anevrismului intracerebral și a colului anevrismal [70, 150].

Aplicarea substrației de os, realizată la examenul CT 3D, a permis vizualizarea anevrismului în 104 (74,3%) cazuri, vizualizarea parțială a anevrismului în 27 (19,3%) de cazuri și anevrismul nu a fost vizualizat în 9 (6,4%) cazuri.

Substrația digitală de masivul osos cranian este foarte eficientă în vizualizarea arterelor intracraniene pe imagine tridimensională și fără suprapunerea structurilor osoase. Totodată, substrația posedă dificultăți pronunțate în formarea imaginii vasculare în regiunea bazei craniene și osului clinoid. În segmentul cranian al arterelor care se află în contact cu osul, generarea imaginii este imperfectă, cu multiple defecte a patului vascular până la lipsa unor segmente arteriale. Acest fenomen este cauzat de hiperdensitatea lumenului arterial contrastat și prezența plăcilor ateromatoase calcificate în pereții arteriali, care sunt considerate de program ca o structură osoasă și poate fi exclusă din formarea imaginii vasculare, ce provoacă pierderea locală de vizualizare a arterelor. De aceea substrația digitală automată nu trebuie să fie o metodă de elecție pentru analiza anevrismelor care sunt în contact cu osul, în special anevrismelor arterei carotide interne.

În baza unui lot din 100 de pacienți cu anevrism intracranian, supuși tratamentului neurochirurgical, am calculat sensibilitatea și specificitatea procedeele angiografiei prin tomografie computerizată (datele primare axiale, analiza prin proiecție de intensitate maximă și reconstrucția tridimensională). Pentru vizualizarea anevrismului datele primare axiale au o sensibilitate de 96,4%, MIP și RV-3D – câte 100,0%. Pentru detectarea formei saculare și aprecierea complexității configurației datele primare axiale au o sensibilitate de 25,2% și o specificitate de 80,0%, respectiv MIP – 89,6% și 100,0%, RV-3D – 100,0% și 100,0%. Respectiv, pentru vizualizarea vazospasmului 1,2% și 100,0%, 94,0% și 100,0%, 97,6% și 100,0%, pentru vizualizarea calcificatelor – 60,0% și 100,0%, 80,0% și 100,0%, 40,0% și 100,0%, pentru vizualizarea contactului anevrismului cu structurile osoase – 23,1% și 100,0%, 59,0% și 90,2%, 56,4% și 91,8%, pentru vizualizarea contactului anevrismului cu structurile vasculare adiacente – 30,2% și 100,0%, 69,8% și 100,0%, 90,7% și 100,0%, pentru vizualizarea contactului anevrismului cu sinus cavernos – 87,5% și 100,0%, 75,0% și 100,0%, 16,7% și 100,0%, pentru vizualizarea HSA – 92,6% și 100,0%, 5,3% și 100,0%, 1,1% și 100,0%, pentru vizualizarea sectoarelor AVC – 93,3% și 100,0%, 5,0% și 100,0%, 0% și 100,0%, pentru vizualizarea structurilor mici vasculare intracraniene în cazul prezenței artefactelor de la clipsul metalic – 6,2% și 100,0%, 46,5% și 100,0%, 63,9% și 100,0%, pentru vizualizarea trombozei parțiale a sacului anevrismal – 22,2% și 100,0%, 55,6% și 100,0%, 0% și 100,0%,

Am utilizat rezultatele obținute și experiența acumulată pentru elaborarea unui algoritm de analiză detaliată multilaterală a datelor imagistice ale AngioCT la pacienții cu anevrism intracranian – date necesare pentru stabilirea diagnosticului, caracteristica completă a tuturor parametrilor pentru selectarea tacticii de tratament și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale (anexa 1).

Așadar, rezultatele studiului nostru confirmă faptul că imaginile PIM trebuie să fie tehnica de reconstrucție primară și trebuie incluse în protocolul de analiză standard a AngioCT pentru estimarea arterelor cervicocraniene adițional vizualizării imaginilor sursă. Imaginile RV-3D au un rol important în procesul de vizualizare alături de imaginile PIM și imaginile sursă, îndeosebi în cazurile de anevrisme intracerebrale. Imaginile obținute cu tehnica RV-3D sunt utile în evaluarea anevrismelor ca o metodă de nivelul doi de evaluare și trebuie utilizată împreună cu imaginile PIM.

CONCLUZII GENERALE

1. Diferite metode de postprocesare au arătat eficiență diferită în analiza parametrilor anevrismali. Pe imaginile 3D se vizualizează mai eficient majoritatea parametrilor pentru anevrismele non-trombozate (număr anevrisme, localizare, formă, dimensiuni, direcția vectorului anevrismal), raportul anevrismului cu structurile vasculare și osoase adiacente, forma procesului clinoidal anterior, dimensiunile și forma lumenului contrastat a anevrismelor trombozate, starea generală a structurilor vasculare cerebrale, analiza angiografiei prin tomografie computerizată postoperatorie.
2. Pe imaginile proiecției de intensitate maximă se vizualizează mai eficient majoritatea parametrilor pentru anevrismele trombozate (număr anevrisme, localizare, formă, dimensiuni, direcția vectorului anevrismal), dimensiunile și forma trombusului intraanevrismal și calcifierilor parietale, înălțimea planșeului orbital.
3. Pe imaginile axiale se vizualizează mai eficient raportul topografico-anatomic al anevrismului cu AVC, pneumatizarea procesului clinoidal anterior, raportul anevrismului cu structurile sinusului cavernos, anatomia sinusului frontal, aprecierea edemului cerebral, deplasările structurilor cerebrale mediane, herniei cerebrale.
4. Examenul prin angiografie prin tomografie computerizată printre 1614 persoane a permis stabilirea unui diagnostic: HSA la 285 (17,7%) de pacienți, HIC fără HIV la 421 (26,1%) pacienți, HIC cu HIV la 135 (8,4%) de pacienți și AVC ischemic la 192 (11,9%) de pacienți. Diferite combinații ale acestor diagnostice au fost constatate în 184 (11,3%) de cazuri.
5. Anevrișm unic a fost depistat la 225 (84,0%) de pacienți (în 203 cazuri pe arterele poligonului Willis și în 22 de cazuri pe arterele extra-Willis), două anevrisme - la 35 (13,0%) de pacienți și trei anevrisme - la 8 (3,0%) pacienți.
6. Din totalul anevrismelor au debutat cu erupere acută 196 (73,1%) de anevrisme, au suportat erupere în antecedente 16 (6,0%) anevrisme și 56 (20,9%) de anevrisme au fost nerupte.
7. În lotul format din 140 de pacienți cu anevrisme cerebrale unice ale poligonului Willis, examenul prin angiografie prin tomografie computerizată a constatat următoarele localizări ale anevrismelor: ACoA la 77 (55,0%) de pacienți, ACoP la 6 (4,3%) pacienți, ACI la 30 (21,4%) de pacienți, ACM la 20 (14,3%) de pacienți și AB la 7 (5,0%) pacienți. Anevrisme localizate pe ACA și ACP nu s-au constatat.
8. În baza rezultatelor obținute și experienței acumulate am elaborat un algoritm de analiză detaliată multilaterală a datelor imagistice ale angiografiei prin tomografie

computerizată - date necesare pentru stabilirea diagnosticului, caracteristica completă a tuturor parametrilor pentru selectarea tacticii de tratament și planificarea virtuală a intervenției chirurgicale.

9. Problema științifică soluționată în teză constă în aprecierea exactității și eficienței diferitor procedee ale AngioCT în diagnosticarea anevrismelor poligonului Willis, fapt care a contribuit la perfecționarea algoritmului de diagnostic și planificării virtuale a intervenției chirurgicale la pacienții cu anevrisme ale poligonului Willis.

RECOMANDĂRI PRACTICE

1. Fiecare anevrism trebuie analizat detaliat prin toate 3 metode de postprocesare a angiografiei prin tomografie computerizată cu aplicare stratificată pentru fiecare parametru de analiză (de exemplu, anevrismele non-trombozate trebuie, în primul rând, analizate prin aplicarea RV-3D, apoi prin aplicarea altor tehnici, anevrismele trombozate – prin PIM, iar pacienții cu AVC (hemoragic sau ischemic) – prin analiza imaginilor primare axiale pentru vizualizarea raportului cu anevrismul).
2. Aplicarea algoritmului detaliat elaborat în cazul anevrismului intracranian este obligatoriu pentru selectarea tehnicii de postprocesare în fiecare caz concret, cu scopul evitării complicațiilor intra- și postoperator.
3. Orientarea spațială cerebrală 3D este strict necesară de a fi aplicată pentru planificarea virtuală a diferitor tehnici de intervenție neurochirurgicală.
4. Se recomandă efectuarea tomografiei computerizate cerebrale non-contrast urgente în fiecare caz de debut al simptomelor de accident vascular cerebral, dacă este determinată prezența sângelui se recomandă efectuarea imediată a angiografiei prin angiografie computerizată a arterelor intra-extracraniene.

BIBLIOGRAFIE

1. Andronachi V., Zapuhlîh G., Galearschi V. et al. Tratamentul aneurismelor circulației anterioare a poligonului Willis. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale. 2006, no. 4, p. 26-31.
2. Arion M. Aneurismul arterial intracranian. I. Epidemiologia, clasificarea, caracteristica morfologică, localizarea și tabloul clinic. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale. 2012, no. 4, p. 246-252.
3. Arion M. Aneurismul arterial intracranian. II. Tehnici de diagnostic și tratament. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale. 2012, no. 4, p. 252-258.
4. Mureșanu P. Manual de metode matematice în analiza stării de sănătate. București: Editura medicală, 1989. 573 p.
5. Popescu A., Botezatu L., Gheorghe-Dane R. Aneurism arterial intracerebral. Stetoscop. 2004, no. 30. <http://www.stetoscop.ro/arhiva/2004/30/medicinainimagini.php> (citât 29.12.2010).
6. Zapuhlîh Gr., Andronachi V., Galearschi V. et al. Noi strategii în tratamentul microneurochirurgical al aneurismelor saculare supratentoriale. În: Anale științifice ale USMF “Nicolae Testemițanu”, Chișinău, 2006, vol. IV, p. 122-125.
7. Андронаки В., Запухлых Г., Сафта Р. и др. Использование супраорбитального “keyhole” доступа в лечении супратенториальных аневризм. В: Материалы IV Всероссийский съезд нейрохирургов, Москва, Россия, 2006, с.246.
8. AbuRahma A., Bergan J. Noninvasive Cerebrovascular Diagnosis. Springer Science & Business Media. 2010, 150 p.
9. Ahmed A., Kalani M., Nakaji P. et al. Aneurysms, Intracranial. Encyclopedia of the Neurological Sciences. 2014, vol. 1, p. 177-182.
10. Alfano J., Kolega J., Natarajan S. et al. Intracranial aneurysms occur more frequently at bifurcation sites that typically experience higher hemodynamic stresses. Neurosurgery. 2013, vol. 73, no. 3, p. 497-505.
11. Amber I., Mohan S., Nucifora P. Intracranial Aneurysms: A Game of Millimeters. Acad. Radiol. 2015, vol. 22, no. 8, p. 1020-1023.
12. Amenta P., Yadla S., Campbell P. et al. Analysis of nonmodifiable risk factors for intracranial aneurysm rupture in a large, retrospective cohort. Neurosurgery. 2012, vol. 70, no. 3, p. 693-701.
13. Anxionnat R., Tonnelet R., Derelle A. et al. Endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms: Indications, techniques and results. Diagn. Interv. Imaging. 2015, vol. 96, no. 7-8, p. 667-675.

- 14.Arion M., Gura V., Sajin V. et al. Anevrisme cerebral. Evaluation comparative des methodes de diagnostic. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe Medicale. 2007, no. 5, p. 244-249.
- 15.Aydın Y., Cavuşoğlu H., Kahyaoğlu O. et al. Clip ligation of unruptured intracranial aneurysms: a prospective midterm outcome study. Acta. Neurochir. (Wien). 2012, vol. 154, no. 7, p. 1135-1144.
- 16.Ayling O., Ibrahim G., Drake B. et al. Operative complications and differences in outcome after clipping and coiling of ruptured intracranial aneurysms. J. Neurosurg. 2015, vol. 123, no. 3, p. 621-628.
- 17.Bacigaluppi S., Piccinelli M., Antiga L. et al. Factors affecting formation and rupture of intracranial saccular aneurysms. Neurosurg. Rev. 2014, vol. 37, no. 1, p. 1-14.
- 18.Badry A., Elshafey R., Khalil M. Detection, characterization and endovascular therapy planning of intracranial aneurysms with 16-channel multidetector row CT angiography. Egypt. J. Radiol. Nucl. Med. 2014, vol. 45, p. 151-158.
- 19.Bogunovic H., Pozo J., Cárdenes R. et al. Anatomical labeling of the Circle of Willis using maximum a posteriori probability estimation. IEEE Trans. Med. Imaging. 2013, vol. 32, no. 9, p. 1587-1599.
- 20.Boogaarts H.D., van Lieshout J.H., van Amerongen M.J. et al. Aneurysm diameter as a risk factor for pretreatment rebleeding: a meta-analysis. J. Neurosurg. 2015, vol. 122, no. 4, p. 921-928.
- 21.Brinjikji W., Kallmes D., Kadirvel R. Mechanisms of Healing in Coiled Intracranial Aneurysms: A Review of the Literature. AJNR Am. J. Neuroradiol. 2015, vol. 36, no. 7, p. 1216-1222.
- 22.Brown P.R., Broderick J.P. Unruptured intracranial aneurysms: epidemiology, natural history, management options, and familial screening. Lancet. Neurol. 2014, vol. 13, no. 4, p. 393-404.
- 23.Burns J.D., Brown R.D. Treatment of Unruptured Intracranial Aneurysms: Surgery, Coiling, or Nothing? Curr. Neurol. Neurosci. Rep. 2009, vol. 9, no. 1, p. 6-12.
- 24.Byrne J.V. Arterial Aneurysms. In: Byrne J.V. Tutorials in Endovascular Neurosurgery and Interventional Neuroradiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012, p. 125-168.
- 25.Byrne G., Mut F., Cebal J. Quantifying the large-scale hemodynamics of intracranial aneurysms. AJNR Am. J. Neuroradiol. 2014, vol. 35, no. 2, p. 333-338.

26. Caranci F., Briganti F., Cirillo L. et al. Epidemiology and genetics of intracranial aneurysms. *Eur. J. Radiol.* 2013, vol. 82, no. 10, p. 1598-1605.
27. Cebral J., Raschi M. Suggested connections between risk factors of intracranial aneurysms: a review. *Ann. Biomed. Eng.* 2013, vol. 41, no. 7, p. 1366-1383.
28. Chalouhi N., Tjoumakaris S., Gonzalez L. et al. Coiling of large and giant aneurysms: complications and long-term results of 334 cases. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2014, vol. 35, no. 3, p. 546-552.
29. Chen S., Kato Y., Sinha R. et al. Surgical treatment of patients with unruptured intracranial aneurysms. *J. Clin. Neurosci.* 2015, vol. 22, no. 1, p. 69-72.
30. Chmayssani M., Rebeiz J., Rebeiz T. et al. Relationship of growth to aneurysm rupture in asymptomatic aneurysms ≤ 7 mm: a systematic analysis of the literature. *Neurosurgery.* 2011, vol. 68, no. 5, p. 1164-1171.
31. Coley S., Sneade M., Clarke A. et al. Cerecyte coil trial: procedural safety and clinical outcomes in patients with ruptured and unruptured intracranial aneurysms. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2012, vol. 33, no. 3, p. 474-480.
32. Connolly E.S., Rabinstein A.A., Carhuapoma J.R. et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2012, vol. 43, no. 6, p. 1711-1737.
33. Darsaut T., Estrade L., Jamali S. et al. Uncertainty and agreement in the management of unruptured intracranial aneurysms. *J. Neurosurg.* 2014, vol. 120, no. 3, p. 618-623.
34. Darsaut T., Findlay J., Raymond J. et al. The design of the Canadian UnRuptured Endovascular versus Surgery (CURES) trial. *Can. J. Neurol. Sci.* 2011, vol. 38, no. 2, p. 236-241.
35. Darsaut T., Kotowski M., Raymond J. How to choose clipping versus coiling in treating intracranial aneurysms. *Neurochirurgie.* 2012, vol. 58, no. 2-3, p. 61-67.
36. De Silva K., Silva R., Gunasekera W. et al. Prevalence of typical circle of Willis and the variation in the anterior communicating artery: A study of a Sri Lankan population. *Ann. Indian Acad. Neurol.* 2009, vol. 12, no. 3, p. 157-161.
37. Delgado Almandoz J., Jagadeesan B., Refai D. et al. Diagnostic yield of computed tomography angiography and magnetic resonance angiography in patients with catheter angiography-negative subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.* 2012, vol. 117, no. 2, p. 309-315.

- 38.Derrey S., Penchet G., Thines L. et al. French collaborative group series on giant intracranial aneurysms: Current management. *Neurochirurgie*. 2014 [Epub ahead of print]
- 39.Donmez H., Serifov E., Kahriman G. et al. Comparison of 16-row multislice CT angiography with conventional angiography for detection and evaluation of intracranial aneurysms. *Eur. J. Radiol.* 2011, vol. 80, no. 2, p. 455-461.
- 40.Easton J.D., Hauser S.L., Martin J.B. Boli cerebrovasculare. În: HARRISON - Principiile medicinei interne. Vol. 1-2. 14 edition, ediția a II-a în limba română. București: Editura Teora, 2003. p. 2557-2585.
- 41.Eftekhar B., Morgan M. Preoperative factors affecting the outcome of unruptured posterior circulation aneurysm surgery. *J. Clin. Neurosci.* 2011, vol. 18, no. 1, p. 85-89.
- 42.Ertl-Wagner B., Bruening R., Blume J. et al. Relative value of sliding-thin-slab multiplanar reformations and sliding-thin-slab maximum intensity projections as reformatting techniques in multisection CT angiography of the cervicocranial vessels. *Am. J. Neuroradiol.* 2006, vol. 27, no. 1, p. 107-113.
- 43.Fan J., Wang Y., Liu J. et al. Morphological-Hemodynamic Characteristics of Intracranial Bifurcation Mirror Aneurysms. *World. Neurosurg.* 2015, vol. 84, no. 1, p. 114-120.
- 44.Ferrell A., Agrawal A., Golshani K. et al. Intracranial Aneurysms. In: P. Lanzer (ed.), *Catheter-Based Cardiovascular Interventions. A Knowledge-Based Approach*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013, p. 771-786.
- 45.Firouzian A., Manniesing R., Flach Z. et al. Intracranial aneurysm segmentation in 3D CT angiography: method and quantitative validation with and without prior noise filtering. *Eur. J. Radiol.* 2011, vol. 79, no. 2, p. 299-304.
- 46.Fontanella M., Gallone S., Panciani P. et al. Vascular endothelial growth factor gene polymorphisms and intracranial aneurysms. *Acta. Neurochir. (Wien)*. 2013, vol. 155, no. 8, p. 1511-1515.
- 47.Forget T., Benitez R., Veznedaroglu E. et al. A review of size and location of ruptured intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2001, vol. 49, no. 6, p. 1322-1325.
- 48.Froehler M.T. Endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms. *Curr. Neurol. Neurosci. Rep.* 2013, vol. 13, n o. 2, article 326.
- 49.Frosen J., Tulamo R., Paetau A. et al. Saccular intracranial aneurysm: pathology and mechanisms. *Acta. Neuropathol.* 2012, vol. 123, no. 6, p. 773-786.

50. Gamal G.H. Diagnostic accuracy of contrast enhancement MRI versus CTA in diagnosis of intracranial aneurysm in patients with non-traumatic subarachnoid hemorrhage. Egypt. J. Radiol. Nucl. Med. 2015, vol. 46, p. 125-130.
51. Garg K., Singh P., Sharma B. et al. Pediatric intracranial aneurysms - our experience and review of literature. Childs. Nerv. Syst. 2014, vol. 30, no. 5, p. 873-883.
52. Geers A., Larrabide I., Radaelli A. et al. Patient-specific computational hemodynamics of intracranial aneurysms from 3D rotational angiography and CT angiography: an in vivo reproducibility study. AJNR Am. J. Neuroradiol. 2011, vol. 32, no. 3, p. 581-586.
53. Geurts M., Timmers C., Greebe P. et al. Patients with unruptured intracranial aneurysms at the waiting list for intervention: risk of rupture. J. Neurol. 2014, vol. 261, no. 3, p. 575-578.
54. Ghosh S., Dey S., Tjoumakaris S. et al. Association of morphologic and demographic features of intracranial aneurysms with their rupture: a retrospective analysis. Acta. Neurochir. Suppl. 2013, vol. 115, p. 275-278.
55. Gonda D.D., Khalessi A.A., McCutcheon B.A. et al. Long-term follow-up of unruptured intracranial aneurysms repaired in California. J. Neurosurg. 2014, vol. 120, no. 6, p. 1349-1357.
56. Goto M., Kunimatsu A., Shojima M. et al. Depiction of branch vessels arising from intracranial aneurysm sacs: Time-of-flight MR angiography versus CT angiography. Clin. Neurol. Neurosurg. 2014, vol. 126, p. 177-184.
57. Greenberg E.D., Fink K.R., Gobin Y.P. Intracranial Aneurysms and Vasospasm: Evidence-Based Diagnosis and Treatment. In: Medina L.S. et al. (eds.), Evidence-Based Neuroimaging Diagnosis and Treatment. New York: Springer Science+Business Media, 2013, p. 239-259.
58. Griessenauer C.J., Poston T.L., Shoja M.M. et al. The impact of temporary artery occlusion during intracranial aneurysm surgery on long-term clinical outcome: Part II. The patient who undergoes elective clipping. World. Neurosurg. 2014, vol. 82, no. 3-4, p. 402-408.
59. Grobelny T.J. Brain aneurysms: epidemiology, treatment options, and milestones of endovascular treatment evolution. Dis. Mon. 2011, vol. 57, no. 10, p. 647-655.
60. Groza L., Mogoșeanu M. Cerebral CT angiography (CTA) - a new imagistic method in the diagnosis of cerebral aneurysms that was adopted in the neurosurgery clinic of Timisoara. J. Experim. Med. Surg. Res. 2009, vol. 16, no. 2, p. 156-165.
61. Guo W., He X., Li X. et al. Meta-analysis of diagnostic significance of sixty-four-row multi-section computed tomography angiography and three-dimensional digital subtraction

- angiography in patients with cerebral artery aneurysm. *J. Neurol. Sci.* 2014, vol. 346, no. 1-2, p. 197-203.
- 62.Gupta S., Chhabra R., Mohindra S. et al. Long-Term Outcome in Surviving Patients After Clipping of Intracranial Aneurysms. *World. Neurosurg.* 2014, vol. 81, no. 2, p. 316-321.
- 63.Guresir E., Vatter H., Schuss P. et al. Natural history of small unruptured anterior circulation aneurysms: a prospective cohort study. *Stroke.* 2013, vol. 44, no. 11, p. 3027-3031.
- 64.Hacein-Bey L., Provenzale J. Current imaging assessment and treatment of intracranial aneurysms. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2011, vol. 196, no. 1, p. 32-44.
- 65.Harada K., Fukuyama K., Shirouzu T. et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms in healthy asymptomatic Japanese adults: differences in gender and age. *Acta. Neurochir. (Wien).* 2013, vol. 155, no. 11, p. 2037-2043.
- 66.Harrison's Principles of Internal Medicine. Vol 1-2. 15th ed. New York: McGraw-Hill, 2001. 2607p.
- 67.Hayashida E., Sasao A., Hirai T. et al. Can sufficient preoperative information of intracranial aneurysms be obtained by using 320-row detector CT angiography alone? *Jpn. J. Radiol.* 2013, vol. 31, no. 9, p. 600-607.
- 68.Head and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy). Schuenke/Schulte/Schumacher/Ross /Lamperti/Voll. Publication, 1st Edition. 2010. 414 p.
- 69.Hong Y., Wang Y., Deng Z. et al. Stent-assisted coiling versus coiling in treatment of intracranial aneurysm: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2014, vol. 9, no. 1, article e82311.
- 70.Hwang S.B., Kwak H.S., Han Y.M. et al. Detection of intracranial aneurysms using three-dimensional multidetector-row CT angiography: is bone subtraction necessary? *Eur. J. Radiol.* 2011, vol. 79, no. 2, p. e18-23.
- 71.Ikeda D., Marlin E., Shaw A. et al. Endovascular management of anterior communicating artery aneurysms. *Neurosurg. Clin. N. Am.* 2014, vol. 25, no. 3, p. 437-454.
- 72.Intracranial Aneurysms and Subarachnoid Haemorrhage. In: Harrigan M.R., Deveikis J.P. Handbook of Cerebrovascular Disease and Neurointerventional Technique. New York: Springer Science+Business Media, 2013, p. 483-569.
- 73.Iqbal S. A comprehensive study of the anatomical variations of the circle of willis in adult human brains. *J. Clin. Diagn. Res.* 2013, vol. 7, no. 11, p. 2423-2427.

74. Ishibashi T., Murayama Y., Saguchi T. et al. Justification of unruptured intracranial aneurysm repair: a single-center experience. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2013, vol. 34, no. 8, p. 1600-1605.
75. Jennett B. Development of Glasgow Coma and Outcome Scales. *Nepal. J. Neurosci.* 2005, vol. 2, p. 24-28
76. Jethwa P., Punia V., Patel T. et al. Cost-effectiveness of digital subtraction angiography in the setting of computed tomographic angiography negative subarachnoid hemorrhage. *Neurosurgery.* 2013, vol. 72, no. 4, p. 511-519.
77. Jia Z., Hong B., Chen D. et al. China's Growing Contribution to Global Intracranial Aneurysm Research (1991-2012): A Bibliometric Study. *PLoS One.* 2014, vol. 9, no. 3, article e91594.
78. Jiang L., He Z., Zhang X. et al. Value of noninvasive imaging in follow-up of intracranial aneurysm. *Acta. Neurochir. Suppl.* 2011, vol. 110, pt. 2, p. 227-232.
79. Jing L., Fan J., Wang Y. et al. Morphologic and Hemodynamic Analysis in the Patients with Multiple Intracranial Aneurysms: Ruptured versus Unruptured. *PLoS One.* 2015, vol. 10, no. 7, article e0132494.
80. Juvela S. Prevalence of and risk factors for intracranial aneurysms. *Lancet. Neurol.* 2011, vol. 10, no. 7, p. 595-597.
81. Juvela S., Poussa K., Lehto H. et al. Natural history of unruptured intracranial aneurysms: a long-term follow-up study. *Stroke.* 2013, vol. 44, no. 9, p. 2414-2421.
82. Kang H., Peng T., Qian Z. et al. Impact of hypertension and smoking on the rupture of intracranial aneurysms and their joint effect. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2015, vol. 49, no. 2, p. 121-125.
83. Kathuria S., Deveikis J., Westesson P. et al. Improved diagnosis of actively bleeding aneurysm on CT angiography using delayed CT images. *Eur. J. Radiol.* 2011, vol. 79, no. 2, p. 328-331.
84. Kemp W.J., Fulkerson D.H., Payner T.D. et al. Risk of hemorrhage from de novo cerebral aneurysms. *J. Neurosurg.* 2013, vol. 118, no. 1, p. 58-62.
85. Khoshnevisan A., Abdollahzadeh S. Neuronavigation for Intraoperative Localization of Cerebral Aneurysms. *Arch. Neurosci.* 2014, vol. 1, no. 3, article e16164.
86. Khoshnevisan A., Allahabadi N. Neuronavigation: principles, clinical applications and potential pitfalls. *Iran. J. Psychiatry.* 2012, vol. 7, no. 2, p. 97-103.

- 87.Kidoh M., Nakaura T., Ogata T. et al. Subtracted 3D CT angiography for the evaluation of intracranial aneurysms in 256-slice multidetector CT: usefulness of the 80-kVp plus compact contrast medium bolus protocol. *Eur. Radiol.* 2013, vol. 23, no. 11, p. 3012-3019.
- 88.King J.T., Berlin J.A., Flamm E.S. Morbidity and mortality from elective surgery for asymptomatic, unruptured, intracranial aneurysms: a meta-analysis. *J. Neurosurg.* 1994, vol. 81, no. 6, p. 837-842.
- 89.Klompenerhouwer E.G., Dings J.T., van Oostenbrugge R.J. et al. Single-center experience of surgical and endovascular treatment of ruptured intracranial aneurysms. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2011, vol. 32, no. 3, p. 570-575.
- 90.Kocer N., Kizilkilic O., Babic D. et al. Fused magnetic resonance angiography and 2D fluoroscopic visualization for endovascular intracranial neuronavigation. *J. Neurosurg.* 2013, vol. 118, no. 5, p. 1000-1002.
- 91.Krylov V.V., Klimov A.B., Polunina N.A. Characteristics of the Morphology, Clinical Features, Diagnosis, and Treatment of Patients with Giant Aneurysms of the Brain Vessels. *Neurosci. Behav. Physiol.* 2012, vol. 42, no. 9, p. 980-987.
- 92.Kulkarni N.V. *Clinical Anatomy (a Problem Solving Approach)*. 2nd edition. JP Medical Ltd. 2012. 958 p.
- 93.Kunz M., Bakhshai Y., Zausinger S. et al. Interdisciplinary treatment of unruptured intracranial aneurysms: impact of intraprocedural rupture and ischemia in 563 aneurysms. *J. Neurol.* 2013, vol. 260, no. 5, p. 1304-1313.
- 94.Lafuente J., Maurice-Williams R. Ruptured intracranial aneurysms: the outcome of surgical treatment in experienced hands in the period prior to the advent of endovascular coiling. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 2003, vol. 74, no. 12, p. 1680-1684.
- 95.Lai L.T., Morgan M.K., Patel N.J. Smoking increases the risk of de novo intracranial aneurysms. *World. Neurosurg.* 2014, vol. 82, no. 1-2, p. e195-201.
- 96.Lanzino G. De novo aneurysms. *J. Neurosurg.* 2013, vol. 118, no. 1, p. 56-57.
- 97.Lanzino G., Brown R. Natural history of unruptured intracranial aneurysms. *J. Neurosurg.* 2012, vol. 117, no. 1, p. 50-52.
- 98.Lawson M., Neal D., Mocco J. et al. Rationale for treating unruptured intracranial aneurysms: actuarial analysis of natural history risk versus treatment risk for coiling or clipping based on 14,050 patients in the Nationwide Inpatient Sample database. *World. Neurosurg.* 2013, vol. 79, no. 3-4, p. 472-478.

99. Lehto H., Kivisaari R., Niemelä M. et al. Seventy aneurysms of the posterior inferior cerebellar artery: anatomical features and value of computed tomography angiography in microneurosurgery. *World. Neurosurg.* 2014, vol. 82, no. 6, p. 1106-1112.
100. Lesley W.S. Ruptured intracranial aneurysms and the timing of embosurgery. *Acad. Radiol.* 2012, vol. 19, no. 1, p. 1-2.
101. Leung G.K., Tsang A.C., Lui W.M. Pipeline embolization device for intracranial aneurysm: a systematic review. *Clin. Neuroradiol.* 2012, vol. 22, no. 4, p. 295-303.
102. Li L.M., Bulters D.O., Kirollos R.W. A mathematical model of utility for single screening of asymptomatic unruptured intracranial aneurysms at the age of 50 years. *Acta. Neurochir. (Wien).* 2012, vol. 154, no. 7, p. 1145-1152.
103. Li M.L., Wang Y.C., Liou T.M. et al. The hemodynamics in intracranial aneurysm ruptured region with active contrast leakage during computed tomography angiography. *Comput. Mech.* 2014, vol. 54, p. 987-997.
104. Liang J.T., Huo L.R., Bao Y.H. et al. Intracranial aneurysms in adolescents. *Childs. Nerv. Syst.* 2011, vol. 27, no. 7, p. 1101-1107.
105. Lindekleiv H., Mathiesen E., Førde O. et al. Hospital volume and 1-year mortality after treatment of intracranial aneurysms: a study based on patient registries in Scandinavia. *J. Neurosurg.* 2015, [Epub ahead of print]
106. Loewenstein J.E., Gayle S.C., Duffis E.J. et al. The natural history and treatment options for unruptured intracranial aneurysms. *Int. J. Vasc. Med.* 2012, vol. 2012, article 898052.
107. Loumiotis I., Brown R., Vine R. et al. Small (<10-mm) incidentally found intracranial aneurysms, Part 2: treatment recommendations, natural history, complications, and short-term outcome in 212 consecutive patients. *Neurosurg. Focus.* 2011, vol. 31, no. 6, article E4.
108. Lu H.T., Tan H.Q., Gu B.X. et al. Risk factors for multiple intracranial aneurysms rupture: a retrospective study. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2013, vol. 115, no. 6, p. 690-694.
109. Lu L., Zhang L., Poon C. et al. Digital subtraction CT angiography for detection of intracranial aneurysms: comparison with three-dimensional digital subtraction angiography. *Radiology.* 2012, vol. 262, no. 2, p. 605-612.
110. Luo Z., Wang D., Sun X. et al. Comparison of the accuracy of subtraction CT angiography performed on 320-detector row volume CT with conventional CT angiography for diagnosis of intracranial aneurysms. *Eur. J. Radiol.* 2012, vol. 81, no. 1, p. 118-122.

111. MacKinnon A.D., Clifton A.G., Rich P.M. Acute subarachnoid haemorrhage: is a negative CT angiogram enough? *Clin. Radiol.* 2013, vol. 68, no. 3, p. 232-238.
112. Mahaney K., Brown R., Meissner I. et al. Age-related differences in unruptured intracranial aneurysms: 1-year outcomes. *J. Neurosurg.* 2014, vol. 121, no. 5, p. 1024-1038.
113. Mahaney K.B., Todd M.M., Bayman E.O. et al. Acute postoperative neurological deterioration associated with surgery for ruptured intracranial aneurysm: incidence, predictors, and outcomes. *J. Neurosurg.* 2012, vol. 116, no. 6, p. 1267-1278.
114. McDougall C.G., Spetzler R.F., Zabramski J.M. et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial. *J. Neurosurg.* 2012, vol. 116, no. 1, p. 135-144.
115. Mehra M., Spilberg G., Gounis M. et al. Intracranial Aneurysms: Clinical Assessment and Treatment Options. *Stud. Mechanobiol. Tissue. Eng. Biomater.* 2011, vol. 7, p. 331-372.
116. Meissner I., Torner J., Huston J. et al. Mirror aneurysms: a reflection on natural history. *J. Neurosurg.* 2012, vol. 116, no. 6, p. 1238-1241.
117. Menke J., Larsen J., Kallenberg K. Diagnosing cerebral aneurysms by computed tomographic angiography: meta-analysis. *Ann. Neurol.* 2011, vol. 69, no. 4, p. 646-654.
118. Meyers P.M., Schumacher H.C., Higashida R.T. et al. Reporting standards for endovascular repair of saccular intracranial cerebral aneurysms. *Am. J. Neuroradiol.* 2010, vol. 31, no. 1, p. E12-24.
119. Mine B., Aljishi A., D'Harcour J. et al. Stent-assisted coiling of unruptured intracranial aneurysms: long-term follow-up in 164 patients with 183 aneurysms. *J. Neuroradiol.* 2014, vol. 41, no. 5, p. 322-328.
120. Molyneux A.J., Kerr R.S., Yu L.M. et al. International subarachnoid aneurysm trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised comparison of effects on survival, dependency, seizures, rebleeding, subgroups, and aneurysm occlusion. *Lancet.* 2005, vol. 366, no. 9488, p. 809-817.
121. Moran C.J. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage: DSA versus CT angiography - is the answer available? *Radiology.* 2011, vol. 258, no. 1, p. 15-17.
122. Morita A., Kirino T., Hashi K. et al. The natural course of unruptured cerebral aneurysms in a Japanese cohort. *N. Engl. J. Med.* 2012, vol. 366, no. 26, p. 2474-2482.
123. Murthy S., Shah S., Venkatasubba Rao C. et al. Treatment of unruptured intracranial aneurysms with the pipeline embolization device. *J. Clin. Neurosci.* 2014, vol. 21, no. 1, p. 6-11.

- 124.Naggara O., Lecler A., Oppenheim C. et al. Endovascular treatment of intracranial unruptured aneurysms: a systematic review of the literature on safety with emphasis on subgroup analyses. *Radiology*. 2012, vol. 263, no. 3, p. 828-835.
- 125.Naito T., Miyachi S., Matsubara N. et al. Magnetic resonance fluid dynamics for intracranial aneurysms - comparison with computed fluid dynamics. *Acta. Neurochir. (Wien)*. 2012, vol. 154, no. 6, p. 993-1001.
- 126.Nanda A., Sonig A., Banerjee A. et al. Microsurgical management of giant intracranial aneurysms: a single surgeon experience from Louisiana State University, Shreveport. *World. Neurosurg*. 2014, vol. 81, no. 5-6, p. 752-764.
- 127.O'meara B., Rahal J., Lauric A. et al. Benefit of a sharp computed tomography angiography reconstruction kernel for improved characterization of intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2014, vol. 10, suppl. 1, p. 97-105.
- 128.Peng S.H., Shen C.Y., Wu M.C. et al. Image quality improvement in three-dimensional time-of-flight magnetic resonance angiography using the subtraction method for brain and temporal bone diseases. *J. Chin. Med. Assoc.* 2013, vol. 76, no. 8, p. 458-465.
- 129.Pierot L., Portefaix C., Rodriguez-Regent C. et al. Role of MRA in the detection of intracranial aneurysm in the acute phase of subarachnoid hemorrhage. *J. Neuroradiol.* 2013, vol. 40, no. 3, p. 204-210.
- 130.Pierot L., Rajpal G., Kadziolka K. et al. The place for remodeling technique and stenting in the endovascular management of intracranial aneurysms: a single-center analysis from 2008 to 2010. *Neuroradiology*. 2012, vol. 54, no. 9, p. 973-979.
- 131.Plowman R., Clarke A., Clarke M. et al. Sixteen-year single-surgeon experience with coil embolization for ruptured intracranial aneurysms: recurrence rates and incidence of late rebleeding. *Clinical article. J. Neurosurg.* 2011, vol. 114, no. 3, p. 863-874.
- 132.Podlessek D., Meyer T., Morgenstern U. et al. Improved visualization of intracranial vessels with intraoperative coregistration of rotational digital subtraction angiography and intraoperative 3D ultrasound. *PLoS One*. 2015, vol. 10, no. 3, article e0121345.
- 133.Pradilla G., Wicks R., Handelsberg U. et al. Accuracy of computed tomography angiography in the diagnosis of intracranial aneurysms. *World. Neurosurg*. 2013, vol. 80, no. 6, p. 845-852.
- 134.Raaymakers T., Rinkel G., Limburg M. et al. Mortality and morbidity of surgery for unruptured intracranial aneurysms: a meta-analysis. *Stroke*. 1998, vol. 29, no. 8, p. 1531-1538.

- 135.Raghavendra K. A morphological study of circle of Willis and its variations in adult human cadavers of North Karnataka. KLE University, Belgaum, Karnataka, 2012. 80 p.
- 136.Raymond J., Darsaut T., Molyneux A. et al. A trial on unruptured intracranial aneurysms (the TEAM trial): results, lessons from a failure and the necessity for clinical care trials. *Trials*. 2011, vol. 12, article 64.
- 137.Raymond J., Kotowski M., Darsaut T. et al. Ruptured aneurysms and the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): What is known and what remains to be questioned. *Neurochirurgie*. 2012, vol. 58, no. 2-3, p. 103-114.
- 138.Remy-Jardin M., Bonnel F., Masson P. et al. Reconstruction techniques in spiral CT angiography. *J. Radiol*. 1999, vol. 80, no. 9, pt. 2, p. 988-997.
- 139.Rinkel G., Algra A. Long-term outcomes of patients with aneurysmal subarachnoid haemorrhage. *Lancet. Neurol*. 2011, vol. 10, no. 4, p. 349-356.
- 140.Risselada R., de Vries L., Dippel D. et al. Incidence, treatment, and case-fatality of non-traumatic subarachnoid haemorrhage in the Netherlands. *Clin. Neurol. Neurosurg*. 2011, vol. 113, no. 6, p. 483-487.
- 141.Rodriguez-Régent C., Edjlali-Goujon M., Trystram D. et al. Non-invasive diagnosis of intracranial aneurysms. *Diagn. Interv. Imaging*. 2014, vol. 95, no. 12, p. 1163-1174.
- 142.Rohde V., Hans F., Mayfrank L. et al. How useful is the 3-dimensional, surgeon's perspective-adjusted visualisation of the vessel anatomy during aneurysm surgery? A prospective clinical trial. *Neurosurg. Rev*. 2007, vol. 30, no. 3, p. 209-216.
- 143.Saba L., Sanfilippo R., Montisci R. et al. Assessment of intracranial arterial stenosis with multidetector row CT angiography: a postprocessing techniques comparison. *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 2010, vol. 31, no. 5, p. 874-879.
- 144.Sailer A.M., Grutters J.P., Wildberger J.E. et al. Cost-effectiveness of CTA, MRA and DSA in patients with non-traumatic subarachnoid haemorrhage. *Insights. Imaging*. 2013, vol. 4, no. 4, p. 499-507.
- 145.Sailer A.M., Wagemans B.A., Nelemans P.J. et al. Diagnosing intracranial aneurysms with MR angiography: systematic review and meta-analysis. *Stroke*. 2014, vol. 45, no. 1, p. 119-126.
- 146.Santos M.L., Spotti A.R., dos Santos R.M. et al. Giant intracranial aneurysms: morphology and clinical presentation. *Neurosurg. Rev*. 2013, vol. 36, no. 1, p. 117-122.
- 147.Sato K., Yoshimoto Y. Risk profile of intracranial aneurysms: rupture rate is not constant after formation. *Stroke*. 2011, vol. 42, no. 12, p. 3376-3381.

148. Seibert B., Tummala R., Chow R. et al. Intracranial aneurysms: review of current treatment options and outcomes. *Front. Neurol.* 2011, vol. 2, article 45.
149. Seule M.A., Stienen M.N., Gautschi O.P. et al. Surgical treatment of unruptured intracranial aneurysms in a low-volume hospital - outcome and review of literature. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2012, vol. 114, no. 6, p. 668-672.
150. Sparacia G., Bencivinni F., Banco A. et al. Imaging processing for CT angiography of the cervicocranial arteries: evaluation of reformatting technique. *Radiol. Med.* 2007, vol. 112, no. 2, p. 224-238.
151. Spetzler R.F., McDougall C.G., Albuquerque F.C. et al. The Barrow Ruptured Aneurysm Trial: 3-year results. *J. Neurosurg.* 2013, vol. 119, no. 1, p. 146-157.
152. Starke R.M., Connolly E.S. Rebleeding after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Neurocrit. Care.* 2011, vol. 15, no. 2, p. 241-246.
153. Su S., Xu W., Hai J. et al. Cognitive function, depression, anxiety and quality of life in Chinese patients with untreated unruptured intracranial aneurysms. *J. Clin. Neurosci.* 2014, vol. 21, no. 10, p. 1734-1739.
154. Sugiyama S., Meng H., Funamoto K. et al. Hemodynamic analysis of growing intracranial aneurysms arising from a posterior inferior cerebellar artery. *World. Neurosurg.* 2012, vol. 78, no. 5, p. 462-468.
155. Sun G., Ding J., Lu Y. et al. Comparison of standard- and low-tube voltage 320-detector row volume CT angiography in detection of intracranial aneurysms with digital subtraction angiography as gold standard. *Acad. Radiol.* 2012, vol. 19, no. 3, p. 281-288.
156. Tada Y., Wada K., Shimada K. et al. Roles of hypertension in the rupture of intracranial aneurysms. *Stroke.* 2014, vol. 45, no. 2, p. 579-586.
157. Takhtani D. CT neuroangiography: a glance at the common pitfalls and their prevention. *Am. J. Roentgenol.* 2005, vol. 185, no. 3, p. 772-783.
158. Taki W., Sakai N., Suzuki H. et al. Determinants of poor outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage when both clipping and coiling are available: Prospective Registry of Subarachnoid Aneurysms Treatment (PRESAT) in Japan. *World. Neurosurg.* 2011, vol. 76, no. 5, p. 437-445.
159. Tang C., Zhang T., Zhou L. Risk factors for rebleeding of aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a meta-analysis. *PLoS One.* 2014, vol. 9, no. 6, article e99536.

160. Taylor C., Robertson F., Brealey D. et al. Outcome in poor grade subarachnoid hemorrhage patients treated with acute endovascular coiling of aneurysms and aggressive intensive care. *Neurocrit. Care.* 2011, vol. 14, no. 3, p. 341-347.
161. The International Study of Unruptured Intracranial Aneurysm Investigators. Unruptured intracranial aneurysms: natural history, clinical outcome, and risks of surgical and endovascular treatment. *Lancet.* 2003, vol. 362, no. 9378, p. 103-110.
162. Turjman A., Turjman F., Edelman E. Role of fluid dynamics and inflammation in intracranial aneurysm formation. *Circulation.* 2014, vol. 129, no. 3, p. 373-382.
163. Vasan R., Patel J., Sweeney J. et al. Pediatric intracranial aneurysms: current national trends in patient management and treatment. *Childs. Nerv. Syst.* 2013, vol. 29, no. 3, p. 451-456.
164. Vergouwen M., Fang J., Casaubon L. et al. Higher incidence of in-hospital complications in patients with clipped versus coiled ruptured intracranial aneurysms. *Stroke.* 2011, vol. 42, no. 11, p. 3093-3098.
165. Vlak M., Algra A., Brandenburg R. et al. Prevalence of unruptured intracranial aneurysms, with emphasis on sex, age, comorbidity, country, and time period: a systematic review and meta-analysis. *Lancet. Neurol.* 2011, vol. 10, no. 7, p. 626-636.
166. Vlak M., Rinkel G., Greebe P. et al. Risk of rupture of an intracranial aneurysm based on patient characteristics: a case-control study. *Stroke.* 2013, vol. 44, no. 5, p. 1256-1259.
167. Vlak M., Rinkel G., Greebe P. et al. Trigger factors and their attributable risk for rupture of intracranial aneurysms: a case-crossover study. *Stroke.* 2011, vol. 42, no. 7, p. 1878-1882.
168. Vlak M., Rinkel G., Greebe P. et al. Trigger factors for rupture of intracranial aneurysms in relation to patient and aneurysm characteristics. *J. Neurol.* 2012, vol. 259, no. 7, p. 1298-1302.
169. von Vogelsang A., Svensson M., Wengstrom Y. et al. Cognitive, physical, and psychological status after intracranial aneurysm rupture: a cross-sectional study of a Stockholm case series 1996 to 1999. *World. Neurosurg.* 2013, vol. 79, no. 1, p. 130-135.
170. Wang H., Li W., He H. et al. 320-detector row CT angiography for detection and evaluation of intracranial aneurysms: comparison with conventional digital subtraction angiography. *Clin. Radiol.* 2013, vol. 68, no. 1, p. e15-20.
171. Weil A.G., Zhao J.Z. Treatment of ruptured aneurysms: earlier is better. *World. Neurosurg.* 2012, vol. 77, no. 2, p. 263-265.
172. Westerlaan H.E., van Dijk J.M., Jansen-van der Weide M.C. et al. Intracranial aneurysms in patients with subarachnoid hemorrhage: CT angiography as a primary examination tool for

- diagnosis - systematic review and meta-analysis. *Radiology*. 2011, vol. 258, no. 1, p. 134-145.
173. Wijdicks E.F. Clinical scales for comatose patients: the Glasgow Coma Scale in historical context and the new FOUR Score. *Rev. Neurol. Dis.* 2006, vol. 3, no. 3, p. 109-117
174. Wilson D., Nakaji P., Abla A. et al. A simple and quantitative method to predict symptomatic vasospasm after subarachnoid hemorrhage based on computed tomography: beyond the Fisher scale. *Neurosurgery*. 2012, vol. 71, no. 4, p. 869-875.
175. Wong S., Nawawi O., Ramli N. et al. Benefits of 3D rotational DSA compared with 2D DSA in the evaluation of intracranial aneurysm. *Acad. Radiol.* 2012, vol. 19, no. 6, p. 701-707.
176. Zali A., Khoshnood R., Zarghi A. De novo aneurysms in long-term follow-up computed tomographic angiography of patients with clipped intracranial aneurysms. *World. Neurosurg.* 2014, vol. 82, no. 5, p. 722-725.
177. Zeeni C., Hemmer L., Gupta D. et al. Chapter 18. Intracranial Aneurysm Clipping. In: A. Koht et al. (eds.), *Monitoring the Nervous System for Anesthesiologists and Other Health Care Professionals*. Springer Science+Business Media: LLC, 2012, p. 373-391.
178. Zhang H., Hou C., Zhou Z. et al. Evaluating of Small Intracranial Aneurysms by 64-Detector CT Angiography: A Comparison with 3-Dimensional Rotation DSA or Surgical Findings. *J. Neuroimaging*. 2014, vol. 24, no. 2, p. 137-143.

ANEXE

Anexa 1. Algoritmul investigației AngioCT la pacienții cu anevrism intracranian

Faza nativă

- 1) AVC hemoragic
 - 1.1 **stadiul** de dezvoltare AVC-ului, pe baza timpului de la debutul simptoamelor
 - 1.1a hiperacut**
 - 1.1b acut**
 - 1.1c subacut**
 - 1.1d cronic, sechele AVC**
 - 1.2 **localizarea, extinderea**
 - 1.3 **tip** de AVC hemoragic
 - 1.3.1 **HSA**- hemoragie subarahnoidiană cu indicarea gradului **Fisher 1-4**
 - 1.3.2 **HIV** - hemoragie intraventriculară cu **enumerarea ventriculelor** cu conținut sanguin, **volumul sângelui** intraventricular
 - 1.3.3 **HIC** - hemoragie intracerebrală cu descrierea **dimensiunilor maxime** în proiecție transversală, sagitală, coronală; **volumul hematomului**
- 2) **Edem** cerebral
 - 2a local perilezional
 - 2b difuz moderat
 - 2c global exprimat
- 3) **Deplasarea structurilor mediane cerebrale**
 - 3.1 distanța absolută, în **milimetri**
 - 3.2 partea deplasării:
 - 3.2a ipsilateral**
 - 3.2b contralateral**
- 4) AVC ischemic
 - 4.1 **stadiul** de dezvoltare AVC-ului, pe baza timpului de la debutul simptoamelor
 - 1.1a hiperacut**
 - 1.1b acut**
 - 1.1c subacut**
 - 1.1d cronic, sechele AVC**
 - 4.2 **localizarea, extinderea**
- 5) Starea generală a structurilor cerebrale
 - 5.1 **modificări degenerativ-atrofice țesutului cerebral:**
 - 5.1a nesemnificativ
 - 5.1b moderat
 - 5.1c exprimat
 - 5.2 **plăci ateromatoase calcificate** în structurile arteriale cerebrale (mai des localizate în sifoanele arterelor carotide interne, arterele vertebrale, artera bazilară)
 - 5.2a nesemnificativ
 - 5.2b moderat
 - 5.2c exprimat

6) **Alte patologii** concomitente, vizibile nativ (tumori, anomalii de dezvoltare, semne de procese inflamatorii).

**Faza angiografică (cu indicarea metodei preferate de postprocesare) + 3D navigare virtuală
și planificarea intervenției chirurgicale**

1) Număr anevrismelor (3D pentru majoritatea; MIP pentru anevrismele trombozate)

1a unic

1b dublu

1c multiplu

2) Localizarea anevrismului (3D pentru majoritatea; MIP pentru anevrismele trombozate)

2.1.a in poligonul Willis

2.1.b extra-Willis

2.2.a in circulația anterioară

2.2.b in circulația posterioară

2.3 lateralizarea

2.3.a la linia mediană (Artera bazilară, Artera Comunicantă Anterioară)

2.3.b dreapta

2.3.c stânga

3) Direcția vectorului anevrismal (3D pentru majoritatea; MIP pentru anevrismele trombozate)

4) Forma anevrismului (3D pentru majoritatea; MIP pentru anevrismele trombozate)

4.1 sacular

4.1.1 simplu (unilobular)

4.1.1a rotund

4.1.1b ovoidal

4.1.2 complex (polilobular)

4.2 fuziform

5) Raportul anevrismului cu structurile vasculare adiacente (3D): descrierea detaliată a vasului matern, ramurilor adiacente și ramurilor eferente din colul anevrismal și fundul anevrismal

6) Raportul anevrismului cu structurile osoase adiacente (3D): descrierea detaliată a suprafețelor de contact, prezența eroziunii osoase; dacă anevrismul se află în regiunea procesului clinoidal anterior (PCA) (necesitatea clinoidectomiei anterioare):

6.1 PCA acoperă sau nu abordul neurochirurgical spre anevrism (3D)

6.2 pneumatizarea (Axial)

6.2a PCA pneumatizat

6.2b PCA nepneumatizat

6.3 forma PCA (3D)

6.3.1 norma

6.3.2 masiv

6.3.3 FCC - foramen cortico-clinoid

6.3.3a FCC incomplet

6.3.3b in contact

6.3.3c complet

7) Raportul anevrismului cu structurile sinusului cavernos (CT axial)
8) Dimensiuni anevrismului (3D pentru majoritatea; MIP pentru anevrismele trombozate) pentru micro-anevrisme - dimensiunile trebuie verificate pe axial, unde se exclude artefact “de volum parțial”

- 8.1 dimensiuni absolute în milimetri
 - 8.1.1 lungime maximală a sacului anevrismal
 - 8.1.2 lățime maximală a sacului anevrismal
 - 8.1.3 diametru maximal al colului
- 8.2 clasificarea după dimensiuni
 - 8.2a micro
 - 8.2b mic
 - 8.2c mare
 - 8.2d gigant

9) Volumul sacului anevrismal cm³ (3D) + (MIP) + axial: în baza datelor colectate despre anevrism se efectuează recomandările în privința planificării utilizării clipurilor neurochirurgicale - număr, formă (drept, convex, unghiular), dimensiuni

- 10) Tromboza intraanevrismală
- 10.1 tromboza totală
 - 10.2 tromboza parțială

Lumenul contrastat:

- 10.2.1 dimensiunile lumenului contrastat în mm (3D)
 - 10.2.1.1 lungimea maximală
 - 10.2.1.1 lățimea maximală
- 10.2.2 volumul părții contrastate în cm³
- 10.2.3 forma părții contrastate

Trombusul

- 10.2.4 dimensiunile trombusului în mm (MIP)
 - 10.2.1.1 lungimea maximală
 - 10.2.1.1 lățimea maximală
- 10.2.5 localizarea trombusului
- 10.2.6 forma trombusului
- 10.2.7 prezența maselor trombotice în colul anevrismal

- 11) Calcifieri anevrismului (MIP)
- 11.1 localizarea calcifierilor
 - 11.2 prezența calcifierilor în colul anevrismal
 - 11.3 dimensiuni calcifierilor

- 12) Raportul topografico-anatomic anevrismului cu AVC Axial
- 12.1 raportul cu AVC hemoragic (HIC sau HSA) Axial: pentru AVC hemoragic hiperacut - se indică prezența extravazării agentului de contrast “spot-sign” (MIP)
 - 12.2 raportul cu AVC ischemic Axial
 - 12.3 raportul cu sectoare sechelelor post-AVC Axial

- 13) Starea generală a structurilor vasculare cerebrale (3D)
- 13.1 Vazospasm
 - 13.1a local (se indică arterele și extinderea)
 - 13.1b difuz moderat

13.1c global exprimat

13.2 Anatomia poligonului Willis - se indică arterele care se prezintă cu semne de aplazie/hipoplazie (ACoA, ACoP stânga, ACoP dreapta, A1 stânga, A1 dreapta, P1 stânga, P1 dreapta)

13.3 Semne de modificări hipertensive și aterosclerotice cronice arteriale

14) Parametri adăugătorii de anatomie individuală, necesare pentru planificarea abordului neurochirurgical

14.1 anatomia sinusului frontal Axial

14.1a aplazia, hipoplazia

14.1b norma

14.1c hiperpneumatizare (diametru maximal transversal supraorbital de la linia mediana frontală în mm)

14.2 planșeul orbital (MIP)

14.2a superior

14.2b mediu

14.2c inferior

Planificarea virtuală 3D a intervenției neurochirurgicale

Analiza AngioCTpostoperatorie

1) Tipul intervenției neurochirurgicale (3D)

2) Abordul neurochirurgical (3D)

3) Excluderea anevrismului din circuit sanguin (3D)

3.1 anevrism exclus

3.1a parțial

3.1b complet

3.2 anevrism persistent

4) Număr, forma, dimensiuni, localizarea clipurilor anevrismale instalate (3D)

5) Vazospasm (3D)

5a local (se indică arterele și extinderea)

5b difuz moderat

5c global exprimat

6) Edem cerebral, deplasarea structurilor cerebrale mediane, hernie cerebrală Axial

7) Prezența complicațiilor

Anexa 2. Certificat de inovator



Anexa 3. Act de implementare

MINISTERUL SĂNĂTĂȚII AL REPUBLICII MOLDOVA Instituția Medico-Sanitară Publică INSTITUTUL DE NEUROLOGIE ȘI NEUROCHIRURGIE MD-2028, mun. Chișinău, str. Korolenco nr.2; Tel. +373 22 829001; +373 22 737203; Fax. +373 22 723259; www. inn.md; E-mail: imspinn@yahoo.com; inn@mednet.md		МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА Государственное Медико-Санитарное Учреждение ИНСТИТУТ НЕВРОЛОГИИ И НЕЙРОХИРУРГИИ MD-2028, мун. Кишинэу, ул. Короленко № 2; Тел. +373 22 829001; +373 22 737203; Факс. +373 22 723259; www. inn.md E-mail: imspinn@yahoo.com; inn@mednet.md
--	---	---

Nr. 1/02.2015 din 02.02.2015

ACT DE IMPLEMENTARE
a rezultatelor cercetării științifice ale doctorandului
ARION Marian
medic imagist-radiolog, șef Serviciu de Radiologie și Imagistică, IMSP INN
mun. Chișinău, str. Korolenco nr. 2

1. **Denumirea propunerii de implementare:** Aplicarea metodei de neuronavigare virtuală prin Tomografie Computerizată în cadrul planificării intervenției microneurochirurgicale deschise la pacienții cu anevrism intracranial.
2. **De către cine și când a fost propusă:** Arion Marian, 29.01.2015.
3. **Unde a fost implementată:** IMSP INN.
4. **Data implementării:** 02.02.2015.
5. **Numărul investigațiilor:** 140 pacienți cu anevrism intracerebral unic al poligonului Willis.
6. **Rezultatele implementării metodei:** Eficientizarea procesului de diagnostic și formarea strategiei de tratament la pacienții cu anevrism intracranial. Aplicarea metodei neuronavigare CT oferă posibilitatea de a evidenția particularități morfologice a anevrismului, caracteristici anatomico-topografice ale patologiei și structurilor vasculare adiacente și starea țesutului cerebral din vecinătate în poziționarea virtuală a pacientului corespunzător poziționării intraoperatoriei viitoare; efectuarea virtuală a etapelor principale a intervenției chirurgicale cu alegerea tipului de intervenție, planificarea abordului chirurgical și alegerea individualizată a instrumentariului (clipuri metalice). Metoda este adresată neurochirurgilor.
7. **Eficacitatea implementării:** Permite evidențierea obiectivă a anevrismului intracerebral și structurilor adiacente intracraniale, planificarea virtuală a intervenției neurochirurgicale.
8. **Este recomandată:** Pacienților cu anevrism intracerebral.

Director General



Andrei UNCUTĂ

Declarația privind asumarea răspunderii

Subsemnatul, Arion Marian, declar pe răspundere personală că materialele prezentate în teza de doctorat sunt rezultatul propriilor cercetări și realizări științifice. Conștientizez că, în caz contrar, urmează să suport consecințele în conformitate cu legislația în vigoare.

Arion Marian

10.10.2017

CV-ul AUTORULUI

Numele de familie și prenumele:	Arion Marian
Data și locul nașterii:	
Cetățenia	
Studii:	
Stagii:	
Activitatea profesională:	
Domenii de activitate științifică:	
Participări la foruri științifice naționale și internaționale:	
Lucrări științifice și științifico-metodice publicate:	
Apartenența la societăți/asociații științifice naționale, internaționale:	
Cunoașterea limbilor (limba de stat și limbile străine – cu indicarea gradului de cunoaștere):	

Date de contact:	
-------------------------	--