

**UNIVERSITATEA “OVIDIUS” DIN CONSTANȚA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE MEDICINĂ
DOMENIUL MEDICINĂ**

**TEZĂ DE DOCTORAT
REZUMAT**

**Conducător de doctorat:
Prof. Univ. Dr. Petru Bordei**

**Doctorand:
Radu-Andrei Baz**

CONSTANȚA

2021

**UNIVERSITATEA “OVIDIUS” DIN CONSTANȚA
ȘCOALA DOCTORALĂ DE MEDICINĂ
DOMENIUL MEDICINĂ**

MORFOPATOLOGIA ARTEREI CAROTIDE INTERNE

REZUMAT

Conducător de doctorat:
Prof. Univ. Dr. Petru Bordei

Doctorand:
Radu-Andrei Baz

CONSTANȚA

2021

LISTA DE PUBLICAȚII

Articole publicate în reviste de specialitate:

1. Baz RA, Scheau C, Sârbu N, Costea DO, Dijmărescu A, Bordei P. Carotid paragangliomas: case report and imaging review. *Folia Morphol (Warsz)*. 2021;80(3):699-706. doi: 10.5603/FM.a2020.0078. Epub 2020 Jul 25. PMID: 32710793.
2. Baz RA, Scheau C, Niscoveanu C, Bordei P. Morphometry of the Entire Internal Carotid Artery on CT Angiography. *Medicina*. 2021; 57(8):832.
3. Baz RA, Apostol E, Niscoveanu C, Bordei P, Munteanu O. Common carotid artery bifurcation geometry on CT angiography. *Revista Română de Anatomie funcțională și clinică, macro- și microscopică și de Antropologie*, 2021, vol XX, nr. 3: 164-167.

Articole spre publicare:

1. Baz RA, Apostol E, Niscoveanu C, Bordei P. Course variations of the cervical internal carotid artery – articol aprobat spre publicare în *Revista Română de Anatomie funcțională și clinică, macro- și microscopică și de Antropologie*, 2021, vol XX, nr. 4.

Lucrări prezentate la manifestări științifice:

1. Baz RA, Baz R, Piti M, Apostol S, Sachoulidou A. Morphometric relations between the branches of the aortic arch. Al XX-lea Congres Național al Societății Române de Anatomie, 16-19 mai 2019, Constanța, România.

CUPRINS

INTRODUCERE.....	8
STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII.....	11
1. Noțiuni de embriologie	12
2. Artera carotidă comună.....	13
2.1. Origine, raporturi.....	13
2.2. Sinusul carotidian.....	15
2.3. Dimensiunile ACC.....	17
2.4. Ramurile terminale ale ACC.....	17
2.5. Bifurcația carotidiană.....	17
3. Artera carotidă externă.....	19
3.1. Calibrul ACE.....	20
4. Artera carotidă internă.....	21
4.1. Direcție ACI.....	23
4.2. Raporturi.....	24
4.3. Dimensiunile ACI.....	25
4.4. Variante anatomice ale ACI.....	26
4.5. Ramurile ACI.....	29
5. Patologia carotidiană.....	32
5.1. Ateromatoza carotidiană.....	32
5.2. Aneurismele arteriale.....	35
5.3. Bolile inflamatorii arteriale.....	36
5.4. Patologia tumorală.....	38
5.5. Traumatismele arteriale.....	38
5.6. Alte patologii carotidiene.....	39
6. Explorarea imagistica a axului carotidian.....	41
6.1. Utilizarea angiografiei CT de trunchiuri carotidiene.....	42
6.2. Angiografia RM.....	44
6.3. Evaluarea ultrasonografică.....	44
6.4. Angiografia cu substrație digitală (DSA)	45
CONTRIBUȚIA PERSONALĂ.....	46
1. Ipoteza de lucru.....	47
2. Material și metode.....	48
3. Studiul asupra ACI indemne	56
3.1. Introducere.....	56
3.2. Rezultate și discuții asupra ACI indemne.....	62

4. Studiul asupra ACI patologice.....	129
4.1. Introducere.....	129
4.2. Rezultate și discuții asupra ACI cu patologie aterosclerotică.....	129
4.3. Alte patologii ale ACI întâlnite în lotul nostru de studiu.....	153
5. Corelații statistice între lotul de studiu cu ACI indemne și lotul ACI patologice.....	157
6. Concluzii și contribuții personale.....	168
BIBLIOGRAFIE.....	172
ANEXE.....	179

Ipoteza de lucru și obiective generale

Principalul vas ce aduce sânge oxigenat la creier este artera carotida internă (ACI). Orice tip de afectare la nivelul acestei artere poate provoca daune iremediabile în sfera sistemului nervos central, iar cea mai bună metodă de combatere a patologiei din sfera carotidiană rămâne prevenția. O bună cunoaștere atât asupra normalului carotidian cât și asupra patologiei vasului este imperios necesară pentru orice medic. Sistemul vascular carotidian intern evidențiază o multitudine de variante anatomice cu privire la origine, traiect și raporturi, morfometrie (diametru, lungime), precum și la modul de distribuție al ramurilor sale colaterale și terminale. Deoarece o semnalare corectă și detaliată a variațiilor anatomice poate influența atitudinea terapeutică față de pacient, o bună parte din patologiiile ce afectează ACI pot fi mai bine și mai ușor gestionate, evitând astfel urmări nedorite.

Patologia ACI prezintă, de asemenea, mare variabilitate, pornind de la cea mai comună afectare și anume boala aterosclerotică, până la patologii extrem de rar întâlnite, cum ar fi tumorile de ax carotidian. Un spectru larg de modificări imagistice se poate vizualiza în cazul patologiiilor carotidei interne, însă printr-o semnalare precoce a unor modificări adesea ignorate, consecințele ar putea să nu determine sechele care să afecteze calitatea vieții pacienților sau să conducă la afectare invalidantă a acestora.

Explorarea vaselor carotide interne a evoluat în ultimii ani, astfel că, de la simpla angiografie prin puncționarea directă a arterei, actual se realizează inclusiv angiografii fără substanță de contrast prin rezonanță magnetică, tip de examinare ce scoate în evidență fluxul circulant. Angiografia prin tomografie computerizată (CTA) rămâne și astăzi cea mai utilizată metodă de investigație a arterelor carotide, asociind sensibilitate și specificitate excelente în evaluarea modificărilor vasculare, un raport calitate/preț bun și disponibilitate largă, având însă ca dezavantaje utilizarea razelor ionizante și a mediilor de contrast iodate.

Premisa generală care a stat inițial la baza studiului a fost că imagistica prin tomografie computerizată prezintă actualmente un rol fundamental în diagnosticarea și monitorizarea pacienților cu boală carotidiană aterosclerotică, deoarece reperarea și clasificarea leziunilor ACI se poate face facil prin intermediul CTA. În plus, detectarea precoce a modificărilor fine de structură vasculară reprezintă o metodă eficientă pentru prevenția progresiei patologiei aterosclerotice carotidiene. Imagistica CT reprezintă cea mai utilizată modalitate de evaluare a extensiei bolii și a răspunsului la terapie, permițând în același timp detectarea apariției unor semne de alarmă sau a complicațiilor.

Acest studiu este bazat pe CTA, efectuate pacienților la indicațiile medicului curant, în cazuri de istoric de fenomene ischemice cerebrale, în cazuri selecționate de către medicii clinicieni în sincope, vertij, cefalee, sufluri carotidiene sau alte afecțiuni în special din sfera neurologică, respectiv în caz de adresare directă a pacientului cu efectuarea procedurii la cerere.

Scopul acestei lucrări este de a prezenta atât configurația normală cât și cea patologică a ACI, precum și a determina diferențe geometrice între artera normală și cea patologică, având astfel posibilitatea de a semnaliza potențiali factori de risc legați de parametrii anatomici ai arterei. Scopul acestor comparații este de a determina variații discrete ale morfologiei și geometriei vasului indemn, vizualizate și la pacienții cu leziuni vasculare prezente, astfel că, prin evaluarea atentă a unor indici anatomici, s-ar putea realiza în viitorul apropiat o monitorizare mult mai strictă a pacienților cu risc pentru boala carotidiană aterosclerotică și, eventual, o atitudine terapeutică precoce.

Obiectivele generale ale tezei au fost următoarele:

- prezentarea și ilustrarea aspectelor CT ale ACI normale;
- stabilirea elementelor semiologice CT pentru ACI cu patologie asociată;
- măsurarea unor indici morfometrici și geometrici ai ACI, atât la nivelul vaselor indemne cât și la nivelul celor cu leziuni asociate;
- coroborarea datelor obținute în vederea identificării factorilor de risc anatomici;
- elaborarea și recomandarea unui nou tip de rezultat (interpretare) al angiografiilor CT care să sistematizeze variații anatomice cu semnificație clinică și/sau chirurgicală.

Material și metode

Am realizat un studiu observațional descriptiv, de tip cohortă prospectiv, efectuat pe un număr de 314 artere analizate pe angiografii prin CTA centrate pe axele carotidiene, realizate în cadrul Spitalului Clinic Județean de Urgență "Sf. Apostol Andrei" Constanța, în perioada 01.10.2017 – 01.10.2019.

Lotul de studiu este format din 162 de pacienți adulți, incluși în baza personală de date indiferent de sex, origine, rasă, profesie sau orientare religioasă.

Criteriile de excludere din studiu sunt următoarele:

- pacienții cu vârstă sub 18 ani;
- pacienții cu examinări artefactate, fie din cauza incapacității de a menține apneea necesară scanării sau a mișcarilor, fie din cauza artefactelor metalice generate de diverse accesorii/implanturi care ar putea vicia măsurătorile;
- examinări în cazuri de politraumă cu afectare carotidiană.

Metodologia efectivă de lucru a inclus următoarele etape:

- identificarea examinărilor potrivit studiului, conform criteriilor de includere și de excludere menționate;
- obținerea consimțământului informat de la pacient și includerea în lotul de studiu;

- analiza imaginilor și înregistrarea informațiilor obținute în urma măsurărilor în baza de date;
- interpretarea statistică a datelor obținute în urma măsurărilor.

Protocol examinare:

Inițial se realizează *pregătirea pacientului*, ce constă în:

- realizarea consimțământului informat și semnalarea unor eventuale contraindicații la administrarea de contrast, inclusiv antecedente alergice cunoscute;
- se poziționează și/sau se verifică branula de 18-20 G.

Poziționarea pacientului și achiziția:

- în decubit dorsal, având extremitatea cranială în gantry; se realizează topograma de față și de profil;
- se acoperă zona de interes de la nivelul arcului aortic până la nivelul bazei craniului;
- localizatorul inițial este obținut la nivelul carinei cu o regiune de interes (ROI) setată pe traiectul arcului aortic;
- se declanșează injectarea mediului de contrast;
- examinarea este inițiată automat atunci când aorta este opacifiată cu substanță de contrast suficientă;
- când în arcul aortei se va decela o concentrație de minim 120 Unități Hounsfield (UH) prin metoda "bolus tracking" se declanșează scanarea;
- se realizează scanarea axelor carotidiene în timp arterial în sens caudo-cranial.

Achizițiile CT au fost realizate pe două instalații distincte, anume LightSpeed VCT64 Slice CT General Electric (SUA, Chicago, Illinois), respectiv Somatom Emotion Siemens 16 slice (Germania, Forchheim). Procesarea imaginilor de bază se efectuează pe o stație de lucru produsă de firma General Electric (Advantage Workstation) și utilizează soft-uri angiografice specifice (ex. VesselIQ Xpress). Am realizat reconstrucții din imaginile sursă precum:

- reformatări tridimensionale MPR (multiplanar reformation);
- reformatări curbilinii;
- imagini de tip MIP (maximum intensity projection);
- analiza VRT (volume rendering technique - fig.1).

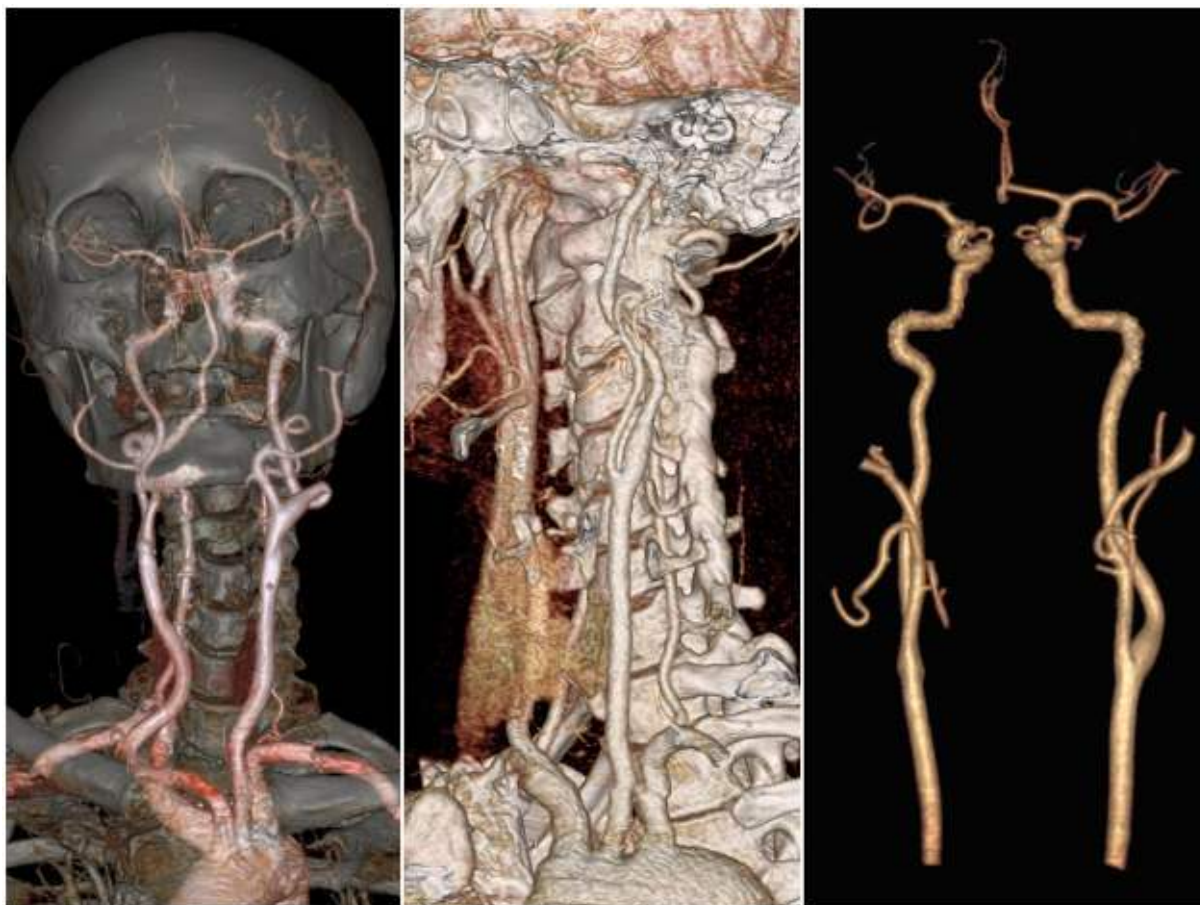


Fig. 1. Reconstrucții MIP în diferite forme

Am împărțit lotul de pacienți în două grupuri: un grup cu ACI indemne și un grup cu ACI afectate de patologie carotidiană, iar în cele ce urmează vom detalia metodologia folosită pentru măsurători în cadrul celor două grupuri.

În prima parte a studiului de față, am evaluat caracteristicile morfometrice și geometrice pe un lot format din 152 de ACI indemne, fără leziune aterosclerotică decelabilă CT.

Măsurători țintă

Calibrele vasculare au fost analizate bilateral la nivelul vaselor carotide indemne. Diametrul a fost calculat inițial semi-automat în toate vasele și valorile au fost obținute la nivelul regiunilor de interes. Diametrul a fost apoi calculat pe baza imaginilor sursă în plan axial prin măsurători manuale. Măsurătorile referitoare la morfometria ACC, ACI și arterei carotide externe (ACE) au fost realizate astfel:

- I. ACC: diametrul maxim înainte de bifurcație;
- II. ACE: diametrul maxim imediat cranial de bifurcația ACC;
- III. ACI:
 1. diametrul la origine, în punctul cel mai dilatat al sinusului carotidian;
 2. înălțimea (lungimea) sinusului carotidian;

3. diametrul după dilatația fiziologică a rădăcinii ACI;
4. diametrul medio-carotic, măsurat la mijlocul distanței ACI în porțiunea sa extracraniană;
5. diametrul de la baza craniului (preforaminal);
6. diametrul de la nivelul segmentului pietros (C2);
7. diametrul de la nivelul segmentului lacerum (C3);
8. diametrul de la nivelul segmentului cavernos (C4);
9. diametrul de la nivelul segmentului clinoidian (C5);
10. diametrul de la nivelul segmentului oftalmic (C6);
11. diametrul de la nivelul segmentului comunicant (C7).

De asemenea, la nivelul ACI s-au măsurat lungimea acesteia în porțiunea cervicală și intracraniană, nivelul originii sale în funcție de vertebrele cervicale, precum și unghiurile dintre ACI și ACE (unghiul de bifurcație), respectiv dintre ACI și ACC. Am apreciat, de asemenea, traiectul ACI în porțiunea cervicală, determinând tipul și frecvența variațiilor întâlnite. Am măsurat prin aceleași metode și dimensiunile arterei oftalmice (AO).

Lotul studiat *în partea a doua a tezei* este format din 162 de ACI, de această dată fie cu leziune aterosclerotică prezentă, fie cu modificări tomografice sugestive pentru o patologie traumatică/inflamatorie/tumorală. Obiectivul principal al acestor examinări CT, conform solicitării medicilor curanți, a fost de a evalua leziunile carotidiene și patența vaselor, astfel că am realizat o analiză amănunțită a patologiilor carotidiene întâlnite în vederea elaborării unui rezultat imagistic corespunzător.

Stenozele aterosclerotice au fost clasificate conform NASCET în funcție de severitatea lor, fiind grupate astfel:

- stenoze ușoare, cu lumenul obstruat <50%;
- stenoze moderate, cu lumenul obstruat >50% și <70%;
- stenoze severe, cu lumenul obstruat >70% și <90%;
- stenoze critice, cu lumenul obstruat >90%.

Tipul stenozelor a fost clasificat în funcție de compoziția plăcii aterosclerotice conform UH astfel:

- placă moale (având conținut lipidic) la densități <60 UH;
- placă dură (calcificată) la densități >130 UH;
- placă mixtă, la valori de >60 și <130 UH.

După evaluarea modificărilor patologice întâlnite la ACI, am determinat indicii anatomici utilizați și în cadrul lotului de artere indemne și anume originea după vertebrele cervicale, lungimea, variantele de traiect, unghiul de bifurcație și, respectiv, unghiul de emergență al ACI.

Sinteza capitolelor

Teza de doctorat este formată din două părți – „Stadiul actual al cunoașterii” și „Contribuția personală”.

Prima parte a tezei, partea generală, prezintă o sinteză a informațiilor deja cunoscute în literatura de specialitate cu privire la ACI. În partea generală sunt prezentate date despre anatomia ACI după autori clasici și contemporani; analize morfometrice ale vasului, prezentând raportări din scrieri consacrate despre diametrul, lungimea și unghiurile ACI, citând atât lucrări recente care utilizează metode imagistice noi precum și lucrări de referință din domeniu, efectuate pe cadavre sau pe angiografii clasice.

Cercetarea personală se referă atât la determinarea caracteristicilor morfologice ale ACI indemne, cât și la determinarea caracteristicilor morfologice ale arterelor cu patologie prezentă. Inițial am determinat indicii morfometrici ai ACI normale, pentru ca ulterior să măsoar o o parte dintre acești parametrii (care se pretează măsurătorilor) din cadrul lotului de pacienți cu ACI patologice.

În cadrul pacienților cu ACI patologice am remarcat particularități în cadrul bolii aterosclerotice carotidiene și am prezentat alte patologii întâlnite în instituția în care îmi desfășor activitatea. Rezultatele pe care le-am obținut au fost ilustrate prin imagini personale, grafice și tabele, ulterior marcând și comparații cu datele existente din literatura de specialitate pe care am avut posibilitatea să o consult.

După obținerea datelor am realizat o analiză statistică amănunțită a informațiilor, determinând valori mai mult sau mai puțin diferite între sexe, în funcție de nivelul originii ACI, părțile studiate (dreaptă și stângă), grupele de vârstă. Testele statistice le-am rulat în softul dedicat Medcalc®, utilizând preponderent formule de bază precum testul T, corelația Pearson, testul ANOVA, testul Chi.

Scopul analizei a fost acela de a identifica indicii morfometrici normali ai ACI la CTA, indicii morfometrici în cazul ACI patologice și, respectiv, evidențierea unor corelații între aceste doua entități care să poată releva evoluții nefavorabile în cazul pacienților cu risc de boală aterosclerotică carotidiană.

Rezultate

În cadrul lotului de pacienți cu ACI indemne, nu am observat diferențe semnificative între sexe sau părțile studiate în privința nivelului de bifurcație a ACC, găsind rezultate similare cu autorii unor studii centrate pe originea ACI (tabelul 1).

Tabelul 1. Originea ACI indemnă

Autori	Origine ACI normală (C3-C4)
Zumre	90%
Anu	90%
Klosek și Rungruang	67%
Ito	57,5%
Rezultate personale	69,73%

Utilizând metodele descrise anterior, am măsurat unghiurile formate de ACI cu ACE, respectiv cu ACC și am efectuat corelații în funcție de partea studiată și de sexul pacienților, comparând rezultatele cu date din literatură (*fig. 2*). Am identificat diferențe nesemnificative în funcție de partea studiată și în funcție de sex în ceea ce privește unghiurile ACI.

Tabelul 2. Unghiurile ACI

	Unghi ACI-ACE (°)	Unghi ACI-ACC (°)
J.B. Thomas	48,5 ± 6,3	
Phan	23,3 ± 14,01	
X. Huang	36 ± 16	144 ± 13
Rezultate personale	41,70±9,94	136,19±15,94

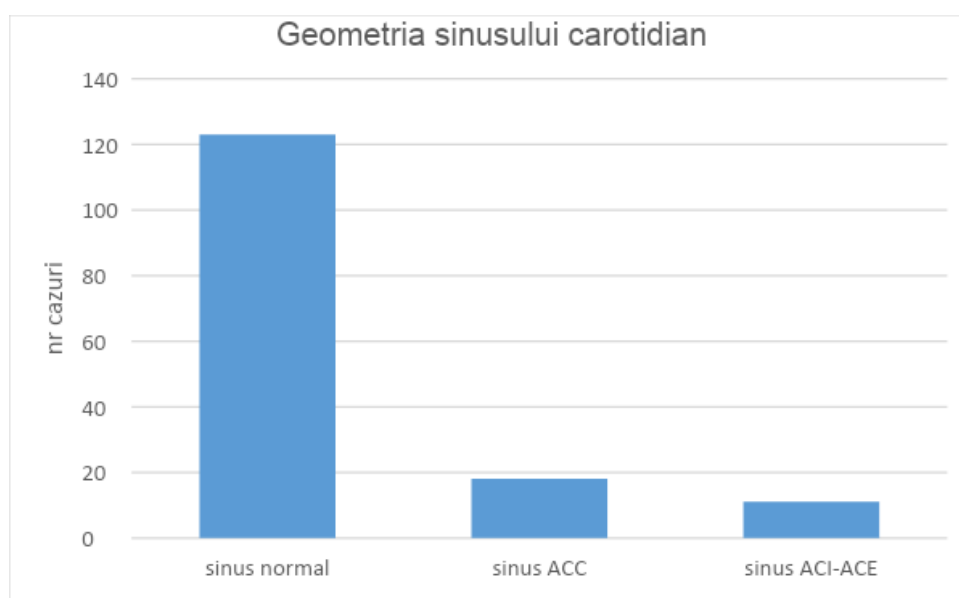


Fig. 2. Valori crescute ale unghiului de bifurcație (74°), respectiv scăzute ale unghiului de emergență (140°).

La nivelul sinusului ACI am determinat valori similare celor din literatură (tabelul 3), obținând valori medii de 7,6 mm, fără diferențe în funcție de partea studiată. Am determinat prin intermediul testului Welch T bidirecțional diferențe semnificativ statistice ($p < 0,05$) în ceea ce privește diametrul sinusului în funcție de sex, obținând valori de $7,87 \pm 0,96$ mm la sexul masculin, respectiv $7,33 \pm 0,90$ mm la sexul feminin. Am decelat o corelație pozitivă între vârsta pacienților și dimensiunile regiunii sinusale a ACI ($r = 0,23$, $p = 0,004$), valori mai mari ale diametrului fiind vizualizate la pacienții cu vârstă mai înaintată. Lungimea sinusului carotidian a fost în medie $9,67 \pm 2,12$ mm, fără diferențe semnificative statistice în funcție de partea studiată, însă cu diferențe clare în funcție de sex, în cazul bărbaților sinusul fiind mai lung ($p = 0,005$).

Tabelul 3. Diametrul sinus ACI în literatura de specialitate

Autori	ACI la origine (mm)
Kamina	9
Paturet	9
Goubergrits	7,38
Kamenskiy	7,97
Rezultate personale	7,6±0,97

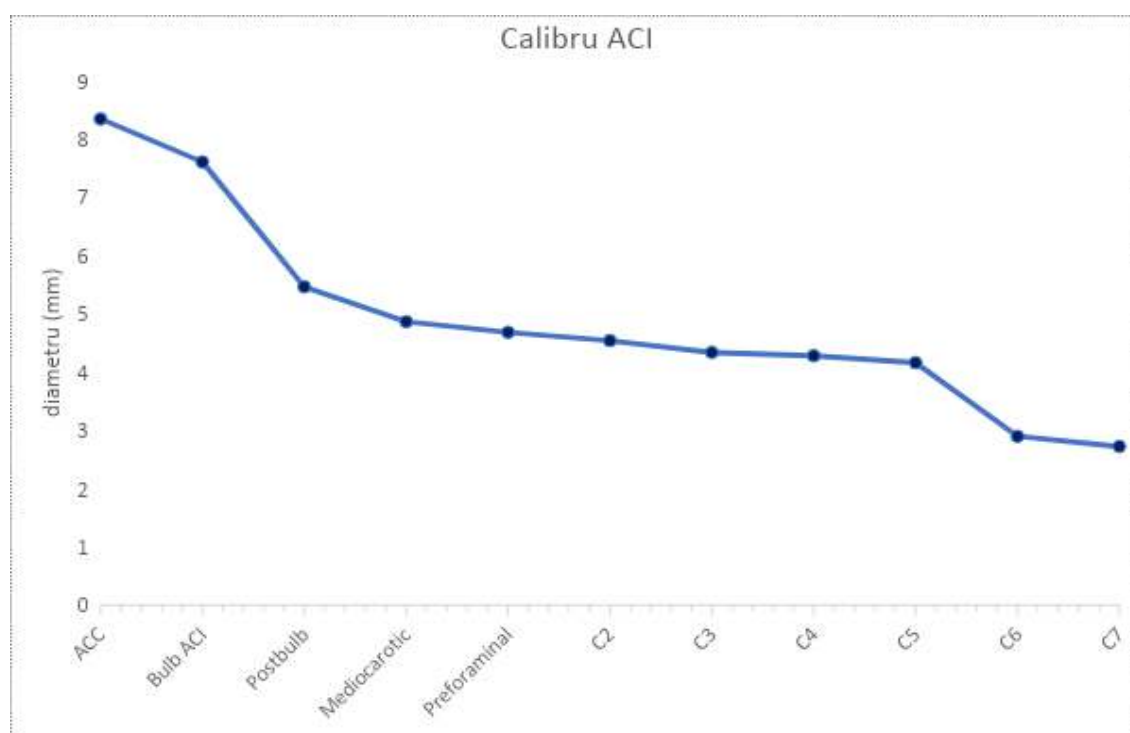
**Graficul 1.** Distribuția numerică a variantelor de orientare a sinusului carotidian

În ceea ce privește orientarea sinusului carotidian, am demonstrat aspect CT normal, vizualizându-se dilatația fiziologică atât pe ACC terminală cât și pe ACI proximală, în 81% din cazuri (n=123). În 11,84% (n=18) din cazuri am observat că dilatația sinusală nu se prelungește pe ramurile terminale de bifurcație ale ACC, iar în 7,23% (n=11) din cazuri am evidențiat o dilatație vasculară proximală atât pe ACI, cât și pe ACE.

Măsurătorile diametrului ACI atât în porțiunea extracraniană, precum și în porțiunea intracraniană sunt redată în tabelul 4, cu mențiunea că la nivelul carotidei extracraniene, pe lângă determinarea sinusului carotidian (C1a), am măsurat, de asemenea, carotida la jumătatea traiectului său cervical (C1b) și, respectiv, înainte de a parcurge canalul carotidian (C1c). Decalibrarea fiziologică a ACI pe tot traiectul său se evidențiază în graficul 2. Am stabilit diferențe semnificative statistic între sexe până la nivelul C5 inclusiv, fără a evidentia diferențe în funcție de partea studiată.

Tabelul 4. Analiza diametrului ACI (mm)

C1a	7,6±0,97
C1b	4,86±0,52
C1c	4,68±0,46
C2	4,53±0,46
C3	4,30±0,42
C4	4,27±0,44
C5	4,15±0,47
C6	2,89±0,39
C7	2,72±0,37

**Graficul 2.** Calibrul ACI în funcție de segmente

Evaluarea lungimii întregii a ACI relevă dimensiuni totale de cca. 15 cm, rezultate comparative atât cu studii cadaverice cât cu studii angiografice (tabelul 5) [12, 13]. Nu am decelat diferențe în funcție de partea studiată; [13] găsește, de asemenea, în studiul cadaveric efectuat valori similare, de 14.9 mm de partea dreaptă și 14.8 mm de partea stângă.

Tabelul 5. Lungimea ACI în studii de specialitate

Autori	Lungimea ACI (mm)
Francke	150
Shashikant	148.5
Rezultate personale	155

Interpretarea variantelor de traiect ale ACI a fost clasificată conform studiilor consacrate din literatură [14-16]. Tehnica de interpretare și tipurile de variante ale traiectului ACI întâlnite în cadrul acestui lot de studiu sunt prezentate în *fig. 3*, iar în tabelul 6 sunt prezentate comparații cu literatura.

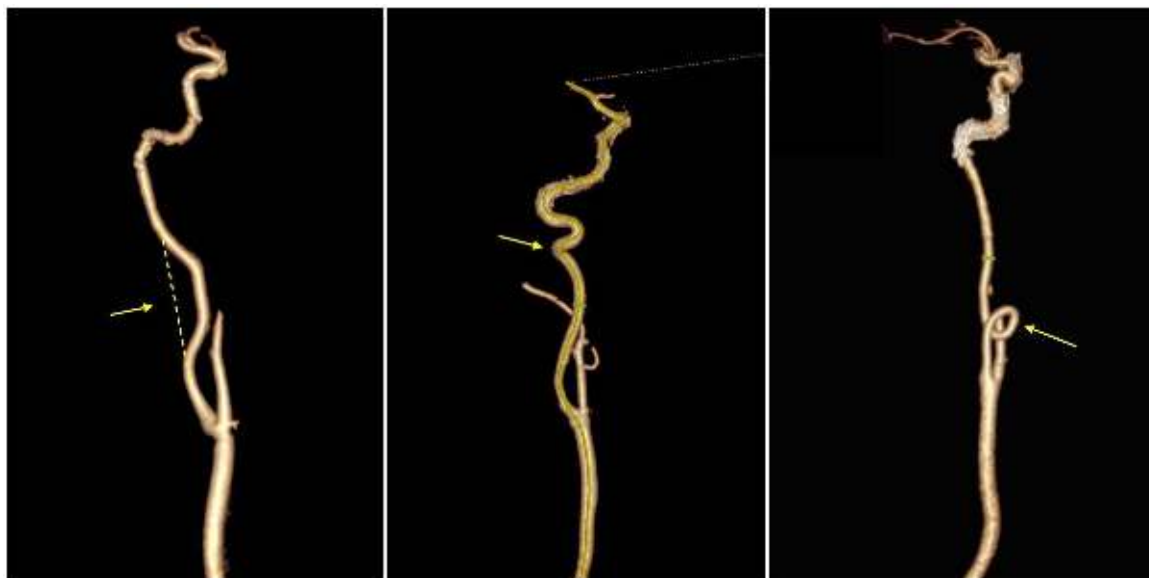


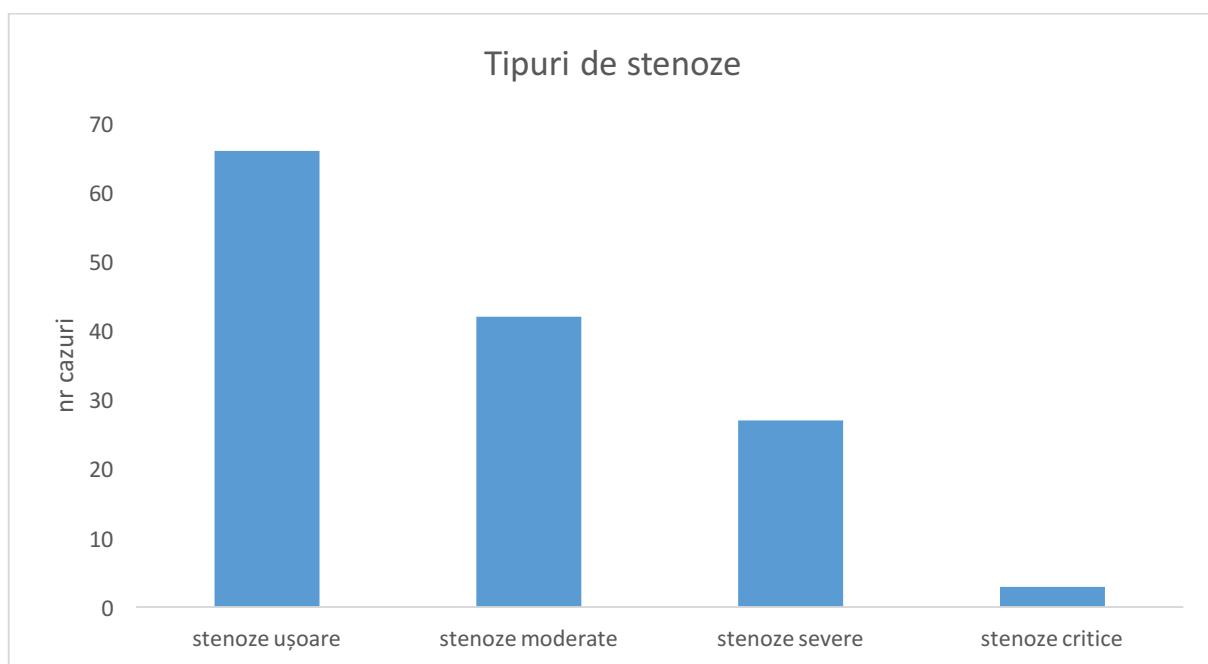
Fig. 3. Anomalii de traiect (săgeți): elongatie medială (linia punctată simulează un traiect rectiliniu), angulație importantă și, respectiv, bucla vasculară.

Tabelul 6. Variațiile de traiect ale ACI

Autori	Frecvența dolicoarteriopatiilor		
	Generală	Kinking	Coiling
Nagata	85,8%	1%	3%
Pellegrino	26%	14%	2,9%
Dilba	69%	13%	5,5%
Rezultate personale	48%	13%	4%

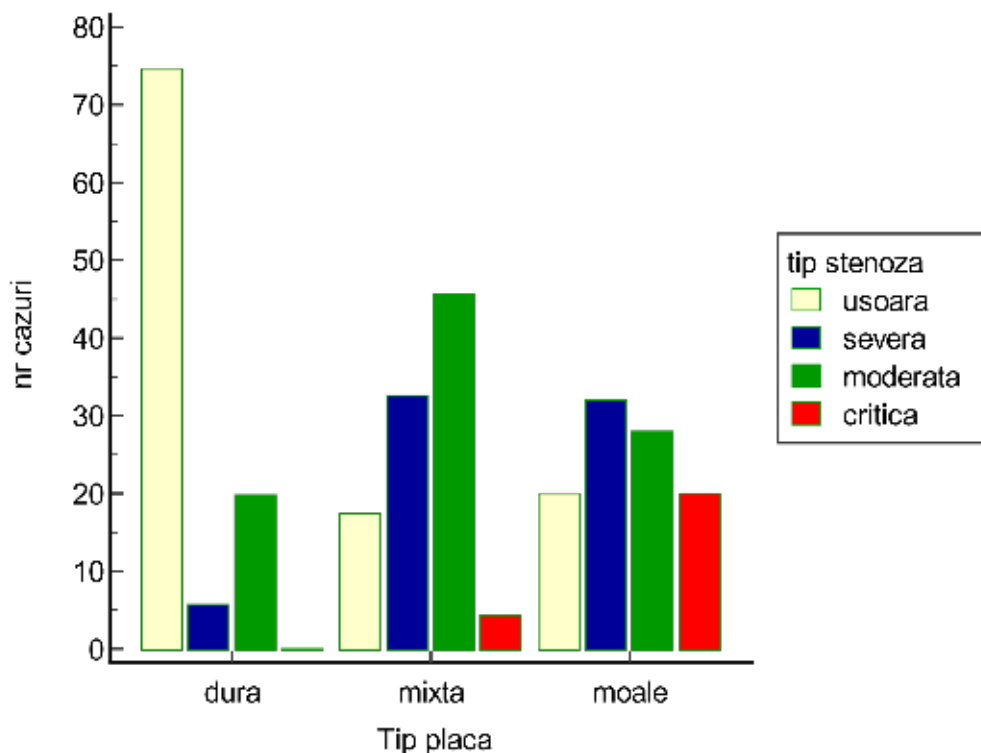
În ceea ce privește anomaliile de traiect ale ACI, nu am demonstrat corelații pozitive între sexe, părțile studiate sau originea vasului, însă am demonstrat corelații puternice cu lungimea ACI ($p < 0,05$), astfel că un vas mai sinuos este, de regulă, mai lung. De asemenea, prin testul ANOVA am demonstrat o corelație pozitivă între vârsta pacienților și prezența sinuozităților, la pacienții mai în vârstă fiind mai frecvent întâlnite aceste variante de traiect.

Boala carotidiană aterosclerotică reprezintă cel mai frecvent tip de afectare cu localizare carotidiană internă. Afectarea aterosclerotică se prezintă imagistic, de regulă, ca o placă aterosclerotică având consistență diversă, prezentând cel mai adesea depozite calcare (dure). Placa de aterom poate fi caracterizată la imagistica prin CT în funcție de densitate, astfel împărțindu-se în leziune cu miez lipidic (densități scăzute, uneori negative), placă fibroasă (densități medii) și, respectiv, placă dură, calcară (densități mult crescute). Angiografia CT determină gradul local de afectare în cadrul stenozeleor aterosclerotice, precum și tipul leziunilor (graficele 3, 4).



Graficul 3. Tipuri de stenoze

Leziunile aterosclerotice le-am clasificat în studiul nostru conform uneia dintre lucrările incipiente referitoare la analiza plăcilor ateromatoase la CT [20]. Literatura de specialitate susține faptul că plăcile non-calcare determină mai frecvent atât stenozele severe din punct de vedere al clasificării imagistice cât și stenozele simptomatice [21]. În studiul nostru, stenozele severe asociază mai frecvent plăci ateromatoase mixte sau moi.



Graficul 4. Asociere a tipului de placă aterosclerotică cu tipul de stenoză carotidiană

Conform studiului nostru, nu există diferențe semnificative din punct de vedere statistic în ceea ce privește tipurile de plăci aterosclerotice care afectează ACI între cele două sexe, masculin și feminin, după aplicarea testului Chi ($p=0.6$, coeficient de contingență de 0.227), plăcile dure fiind cel mai frecvent întâlnite, similar numeric.

În cadrul lotului de pacienți cu ACI patologice am măsurat, de asemenea, unghiurile ACI, lungimea și sinuozitatea carotidei, demonstrând diferențe asemănătoare lotului de pacienți fără stenoză: diferențe între sexe în ceea ce privește lungimile, mică diferență la nivelul unghiului ACI-ACC între sexe, fără diferențe în ceea ce privește părțile studiate indiferent de parametrul selectat. Ulterior am comparat aceste date cu valorile obținute în cadrul lotului de pacienți cu ACI indemne.

Există diferențe semnificative statistic ($p < 0,001$) între unghiul de bifurcație pentru lotul cu ACI indemnă și unghiul de bifurcație pentru lotul cu ACI aterosclerotică, vizualizându-se diferențe medii de cca. 16 grade între grupuri.

Tabelul 7. Unghi ACI-ACE

Autori	Unghi de bifurcație	
	ACI indemnă	ACI patologică
Noh	dreapta	$26,89 \pm 8,07$
	stânga	$31,77 \pm 13,58$
Thomas		$48,5 \pm 6,3$
Huang		36 ± 16
Rezultate personale		$41,70 \pm 9,94$

Corelație asemănătoare am decelat și în cazul unghiului de urgență al ACI în funcție de ACC, raportat la cele două loturi, obținând o valoare $p < 0,001$ în cadrul testului t, unghiurile de urgență pentru lotul cu boală aterosclerotică fiind mai mici ($136,19$ față de $145,03$ grade).

Am observat o corelație bună, cu semnificație statistică ($p < 0.0001$ la testul t), pentru lungimea totală a carotidei interne în cadrul celor două loturi, observându-se valori semnificativ mai crescute ale lungimii ACI în rândul carotidelor afectate de boală aterosclerotică.

Tabelul 8. Lungimea ACI (cm)

	Lungime totală- lot cu ACI indemnă	Lungime totală- lot cu boală aterosclerotică
Lot	142	142
Media aritmetică	153.3352	168.1317

Variantele de traiect sunt cel mai des întâlnite în rândul persoanelor de sex masculin, cu patologie aterosclerotică asociată, după cum se observă și din tabelul următor.

Tabelul 9. Distribuția tipurilor de traiect pentru cele două loturi, în funcție de sex

Gen	ACI normală		ACI aterosclerotică	
	F	M	F	M
Traiect rectiliniu	53% (N=39)	47% (N=34)	36% (N=12)	64% (N=21)
Variantă de traiect	47% (N=37)	53% (N=42)	35% (N=38)	65% (N=71)

Traiectul normal, rectiliniu al ACI se regăsește în general la persoanele mai tinere, date expuse în tabelul următor. Variantele de traiect se decelează adesea la persoanele >60 ani și, de asemenea, sunt vizualizate ceva mai frecvent când există modificări aterosclerotice carotidiene, după cum se descrie și în studiile de specialitate.[23]

Tabel 10. Distribuția procentuală a tipurilor de traiect pentru cele două loturi, în funcție de vârstă

Grupe vârstă	ACI normală		ACI aterosclerotică	
	<60 ani (N=82)	>60 ani (N=70)	<60 ani (N=31)	>60 ani (N=111)
Traiect rectiliniu	60% (N=50)	32% (N=22)	42% (N=13)	18% (N=20)
Variantă de traiect	40% (N=32)	68% (N=48)	58% (N=18)	82% (N=91)

Alte patologii carotidiene întâlnite în lotul de studiu în afara bolii aterosclerotice au fost rare, având în vedere includerea în studiu a arterelor patologice consecutive, însumând în total 6,17% din cazurile de ACI patologică. Am decelat aneurisme carotidiene, modificări încadrabile în fibrodisplazia musculară și paraganglioame carotidiene, prezentând aspecte tipice tomografice ale acestora.

Concluzii generale

ACI reprezintă o zonă de interes în medicina modernă din multiple motive. Diagnosticul, prognosticul și tratamentul patologiilor carotidiene se bazează pe cunoștințele anatomice precise din acest domeniu. Consultarea literaturii de specialitate a arătat lacune în anumite caracteristici referitoare la cunoștințele despre ACI și, în special, asupra grupului de populație cu artere indemne, fără modificare patologică decelabilă imagistic. Scopul studiului a fost de a determina variațiile anatomice, geometrice și morfometrice ale ACI, ca ulterior să putem compara anumiți parametri cu rezultatele din cadrul lotului format din artere patologice. Am observat că pacienții incluși în lotul nostru de studiu au prezentat anumite variații ale ACI care s-au corelat cu ceea ce este raportat în literatură [5, 24]. De asemenea, am depistat modificarea unor indici anatomici în cazul pacienților cu ACI aterosclerotică, comparativ cu lotul de pacienți fără patologie carotidiană.

Acest studiu a ilustrat indicii morfometrici (diametru, lungime) ai carotidei normale, realizând măsurători multiple pentru o mai bună înțelegere a anatomiei vasculare. S-a notat o diferență evidentă între diametrele vasculare ale subiecților masculini față de populația feminină din cadrul lotului nostru, bărbații prezentând valori mai mari ale dimensiunilor încă de la originea ACI. Diferențe asemănătoare, semnificativ statistic, au fost decelate și în cazul lungimii arterelor carotide.

Vârsta a influențat, de asemenea, indicii morfometrici, demonstrând valori mai mari ale calibrului ACC și ACI, respectiv ale lungimii ACI, la vârste mai înaintate, asemănător unor studii publicate în literatura internațională [11, 25].

Sinusul carotidian a fost evidențiat în configurație normală în doar 81% dintre cazuri, restul fiind considerate variante anatomice, raport asemănător cu alt studiu recent publicat [26]. Caracteristicile anatomice și variațiile sinusului carotidian reprezintă subiecte de discuție actuale în sfera clinică și în sfera chirurgicală, atât din prisma sindromului de sinus carotidian cât și referitor la exereza incompletă a sinusului în cazul endarterectomiilor. [27-29]

În cadrul lotului de pacienți cu artere carotide având modificare aterosclerotică prezentă am decelat diferențe între unghiurile studiate astfel: unghiul de bifurcație a fost 58,15 grade (față de 41,70 la ACI indemne) iar unghiul de emergență a fost 136,19 grade (față de 145,22). Asemenea diferențe sunt prezentate în literatură[5, 7], astfel că unghiurile formate de carotida internă fie cu ACE, fie cu ACC ar putea să fie folosite ca o metodă de screening a pacienților la risc pentru boală carotidiană aterosclerotică. De asemenea, am observat lungimi ale ACI discret mai mari (cu 14.8 mm) în cadrul lotului de pacienți cu artere patologice, acest aspect prezentând semnificație statistică în toate măsurătorile asupra lungimii ACI (extracraniană, intracraniană, totală).

Variațiile de traiect ale carotidei interne extracraniene au fost mai numeroase în cadrul lotului de pacienți cu ateroscleroză carotidiană, fiind notate în 73% din cazuri, spre deosebire de 52% în cadrul

lotului de pacienți cu ACI indemnă. Raportul tipurilor de variante a rămas asemănător față de lotul cu ACI normale, elongațiile fiind cele mai frecvente, urmate de angulații și de buclele vasculare. Am obținut corelație pozitivă între vârsta pacienților și prezența variantelor de traiect, însă nu am demonstrat o influență a înălțimii bifurcației carotidiene asupra apariției sinuozităților, contrar unui raport din literatură. [30]

Prin studiul de față am demonstrat aspecte normale și patologice ale ACI, realizând corelații semnificative statistic între unii dintre parametrii anatomici evaluați în cazul ambelor loturi. Importanța acestui studiu este conferită de informații obținute tomografic atât despre anatomia normală cât și despre aspectele patologice ale ACI, precum și evidențierea variațiilor ACI de origine, angulație, lungime și traiect. În acest sens, rapoartele investigațiilor radio-imagistice ar trebui să menționeze orice variație de traiect a ACI și să noteze sinuozitățile vasului, precum și angulațiile anormale ale arterei în raport cu ACC și ACE.

Cercetările privind variația anatomică a ACI nu sunt numeroase, însă studii ulterioare ar putea determina acceptarea în lumea medicală a unor variații de indici anatomici ca factori de risc în apariția bolii carotidiene aterosclerotice. Continuarea studiilor asupra divergențelor de flux din regiunea bifurcației carotidiene și coroborarea acestora cu anatomia zonală ar putea duce la implementarea unor noi tipuri de tratament preventiv în contextul aterosclerozei, precum deviatoarele de flux fixate percutanat. Studiul amănunțit al variațiilor anatomice ale ACI poate contribui la o mai bună conduită diagnostică, prin monitorizarea atentă și timpurie a pacienților încadrați în categorii de risc, precum și terapeutică prin evidențierea anomaliilor carotidiene preoperator sau preinterventional, asigurând în final rate scăzute de complicații neurovasculare și un nivel mai bun de trai al pacienților.

Originalitatea tezei

Prin studiul de față am analizat și am detaliat morfometria completă pe toate segmentele ACI în cadrul examinării CT, oferind informații despre calibre și dimensiuni, studiu ce nu are corespondent în literatura de specialitate.

Am realizat studii pe care nu le-am găsit abordate în cadrul literaturii de specialitate cercetată pentru documentația studiului în legătură cu morfologia sinusului carotidian la CT, aducând informații actuale și țintite.

Am realizat corelații cu semnificație statistică sau nu, susținând sau infirmând ipoteze cu privire la toți parametrii anatomici evaluați în cazul ambelor loturi de studiu.

De asemenea, am studiat date morfometrice cu privire la ACI indemă sau afectată de patologia aterosclerotică, unele dintre ele studiate în literatura de specialitate cu rezultate similare, ceea ce oferă credibilitate concluziilor studiului nostru.

Consider că importanța acestui studiu este oferită și de posibilitatea de a veni în sprijinul chirurgilor cât și medicilor interniști, prin informațiile detaliate legate de anatomia normală dar și despre aspectele patologice ale ACI.

Rezultatele studiului nostru prezintă o importanță și pentru ramurile imagistice, oferind orientare în privința a ceea ce ar trebui să conțină raportul unei examinări imagistice cu privire la anatomia și patologia carotidiană.

Bibliografie

1. Zümre Ö, Salbacak A, Çiçekcibaşı AE, Tuncer I, Seker MJ AoA-AA. Investigation of the bifurcation level of the common carotid artery and variations of the branches of the external carotid artery in human fetuses. 2005;187(4):361-9.
2. Anu V, Pai M, Rajalakshmi R, Latha V, Rajanigandha V, D Costa SJSmj. Clinically-relevant variations of the carotid arterial system. 2007;48(6):566.
3. Klosek SK, Rungruang T. Topography of carotid bifurcation: considerations for neck examination. Surgical and radiologic anatomy : SRA. 2008;30(5):383-7.
4. Ito H, Mataga I, Kageyama I, Kobayashi KJOfaJ. Clinical Anatomy in the Neck Region. 2006;82(4):157-68.
5. Thomas JB, Antiga L, Che SL, Milner JS, Steinman DAH, Spence JD, et al. Variation in the Carotid Bifurcation Geometry of Young Versus Older Adults. 2005;36(11):2450-6.
6. Phan TG, Beare RJ, Jolley D, Das G, Ren M, Wong K, et al. Carotid artery anatomy and geometry as risk factors for carotid atherosclerotic disease. Stroke. 2012;43(6):1596-601.
7. Huang X, Yin X, Xu Y, Jia X, Li J, Niu P, et al. Morphometric and hemodynamic analysis of atherosclerotic progression in human carotid artery bifurcations. 2016;310(5):H639-H47.
8. Kamina P, Précis d'anatomie clinique. Tome II. Tête asseuse. Appareil manducateur. Dos. Tête et cou. Vaisseaux et nerfs. Viscères de la tête et du cou. Organes des sens. Ed. Maloine, Paris, 2002, 222-237.
9. Paturet G, Traite d'anatomie humaine, Tome III, Ed. Masson, Paris, 1958; 166-362.
10. Goubergrits L, Affeld K, Fernandez-Britto J, Falcon L. Atherosclerosis in the human common carotid artery. A morphometric study of 31 specimens. Pathology, research and practice. 2001;197(12):803-9.
11. Kamenskiy AV, Pipinos, II, Carson JS, MacTaggart JN, Baxter BT. Age and disease-related geometric and structural remodeling of the carotid artery. Journal of vascular surgery. 2015;62(6):1521-8.
12. Francke J, Macke A, Clarisse J, Libersa J, Dobbelaere PJAC. The internal carotid arteries. 1982;3(3):243-61.
13. Shashikant K, Sherke A. Study of Internal Carotid Artery in Human Cadavers. International journal of Basic and Applied Medical Sciences. 2013;3(2):136-9.
14. Leipzig TJ, Dohrmann GJ. The tortuous or kinked carotid artery: pathogenesis and clinical considerations. A historical review. Surgical neurology. 1986;25(5):478-86.
15. Weibel J, Fields WS. Tortuosity, coiling and kinking of the internal carotid artery. II. Relationship of morphological variation to cerebrovascular insufficiency. Neurology. 1965;15:462-8.
16. Metz H, Murray-Leslie RM, Bannister RG, Bull JW, Marshall J. Kinking of the internal carotid artery. Lancet (London, England). 1961;1(7174):424-6.
17. Nagata T, Masumoto K, Hayashi Y, Watanabe Y, Kato Y, Katou F. Three-dimensional computed tomographic analysis of variations of the carotid artery. Journal of cranio-maxillo-facial surgery : official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery. 2016;44(6):734-42.
18. Pellegrino L, Prencipe G, Vairo F. [Dolicho-arteriopathies (kinking, coiling, tortuosity) of the carotid arteries: study by color Doppler ultrasonography]. Minerva Cardioangiol. 1998;46(3):69-76.
19. Dilba K, van Dam-Nolen DHK, Crombag GAJC, van der Kolk AG, Koudstaal PJ, Nederkoorn PJ, et al. Dolichoarteriopathies of the extracranial internal carotid artery: The Plaque At RISK study. 2021;28(9):3133-8.
20. Schroeder S, Kopp AF, Baumbach A, Meisner C, Kuettner A, Georg C, et al. Noninvasive detection and evaluation of atherosclerotic coronary plaques with multislice computed tomography. Journal of the American College of Cardiology. 2001;37(5):1430-5.

21. Gupta A, Baradaran H, Kamel H, Pandya A, Mangla A, Dunning A, et al. Evaluation of Computed Tomography Angiography Plaque Thickness Measurements in High-Grade Carotid Artery Stenosis. 2014;45(3):740-5.
22. Noh S-M, Kang HG. Clinical significance of the internal carotid artery angle in ischemic stroke. Scientific Reports. 2019;9(1):4618.
23. Spanos K, Petrocheilou G, Karathanos C, Labropoulos N, Mikhailidis D, Giannoukas A. Carotid Bifurcation Geometry and Atherosclerosis. Angiology. 2017;68(9):757-64.
24. Choudhry FA, Grantham JT, Rai AT, Hogg JP. Vascular geometry of the extracranial carotid arteries: an analysis of length, diameter, and tortuosity. Journal of neurointerventional surgery. 2016;8(5):536-40.
25. Polak JF, Kronmal RA, Tell GS, O'Leary DH, Savage PJ, Gardin JM, et al. Compensatory Increase in Common Carotid Artery Diameter. 1996;27(11):2012-5.
26. West CT, Brassett C, Gaunt ME. Variations in carotid sinus anatomy and their relevance to carotid interventions. Folia morphologica. 2018;77(4):693-7.
27. Kotsis T, Christoforou P, Nastos K. Carotid Body Baroreceptor Preservation and Control of Arterial Pressure in Eversion Carotid Endarterectomy. The International journal of angiology : official publication of the International College of Angiology, Inc. 2020;29(1):33-8.
28. Taurino M, Filippi F, Persiani F, Tirotti C, Dito R, Brancadoro D, et al. Hemodynamic Changes in Chevalier Eversion Versus Conventional Carotid Endarterectomy. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery. 2014;48(5):514-20.
29. Parry SW. Should We Ever Pace for Carotid Sinus Syndrome? Front Cardiovasc Med. 2020;7:44-.
30. De Syo D, Franjić BD, Lovricević I, Vukelić M, Palenkić H. Carotid bifurcation position and branching angle in patients with atherosclerotic carotid disease. Collegium antropologicum. 2005;29(2):627-32.