STUDIU MORFOMETRIC AL ARCULUI AORTIC

CĂLIN MOHOR[1]

[1]*Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu*

Cuvinte cheie: *arc aortic, ramuri, morfometrie*

Rezumat: *Morfometria implică determinarea unor măsurători bine definite, poziţionarea faţă de repere clare şi eliminarea elementelor care ar putea influenţa o interpretare corectă a acestor parametrii. Morfometria reprezintă un obiect de studiu important în evaluarea formei organismelor vii. Obiectul morfometriei este de a stabili în limite precise anumiţi parametrii (lungime, diametru, unghiuri etc.)*

Keywords: *aortic arch branches, morphometria*

Abstract: *Morphometrics involves determining some well-defined metrics, positioning toward clear landmarks and removal of the items that might influence the correct interpretation of these parameters. Morphometrics is an important object of study in the evaluation of living organisms. Morphometrics object of study is to set certain parameters (length, diameter, angles etc.) in precise limits.*

INTRODUCERE

Morfometria reprezintă un obiect de studiu important în evaluarea formei organismelor vii. Obiectul morfometriei este de a stabili în limite precise anumiţi parametrii (lungime, diametru, unghiuri etc.) aspect foarte util în descrierea şi compararea caracterelor unui anumit obiect/organ şi implicaţiile pe care le are variaţia formei asupra funcţiei. Este folosită frecvent în determinarea modificărilor formei organismelor vii, de-a lungul ontogenezei.

Morfometria contribuie cu elemente cantitative la realizarea descrierilor anatomice. Permite descrierea formelor complexe într-un mod riguros şi permite evaluări şi raportări numerice şi statistice foarte folositoare în medicină. Astfel, interpretarea formei anatomice sub forma unor cifre, permite o interpretare obiectivă.

Morfometria implică determinarea unor măsurători bine definite, poziţionarea faţă de repere clare şi eliminarea elementelor care ar putea influenţa o interpretare corectă a acestor parametrii.

Morfometria în cadrul anatomiei a început să fie folosită o dată cu decelarea importanţei prelucrării statistice a datelor. Până nu demult, anatomia se limita la descoperirea directă a elementelor constitutive ale corpului uman, şi descrierea lor într-un mod mai mult sau mai puţin subiectiv.

Combinarea observaţiei directe, împreună cu descrierile amănunţite însoţite de valori numerice care să ofere un grad înalt de precizie au determinat o abordare a variantelor anatomice şi anomaliilor, mai exactă şi mult mai folositoare practicii medicale.

SCOP

Ideea lucrării a pornit de la observaţia că în reprezentările anatomice ale arcului aortic şi a ramurilor sale, trunchiul brahiocefalic şi artera carotidă comună stângă erau reprezentate la o distanţa variabilă una de cealaltă. Motivul reprezentărilor de această manieră nu poate fi decât unul didactic, pentru a permite vizualizarea traheei în spatele arcului aortic şi a ramurilor sale care au raporturi cu faţa sa anterioară. În descrierile anatomice clasice, puţini autori fac referire la acest aspect, deoarece în practică originea arterei carotide comune stângi şi raporturile sale sunt mult mai apropiate faţă de trunchiul arterial brahiocefalic. De aici a apărut ideea de a determina cu exactitate care sunt valorile precise ale diametrelor, distanţelor şi unghiurilor acestor repere anatomice extrem de importante.

Chirurgia vasculară este cea care a adus un aport deosebit în studierea arcului aortic şi ramurilor sale. Chirurgii au descris variantele şi anomaliile întâlnite în practica medicală, conştientizând importanţa majoră a cunoaşterii modului în care dispoziţia arcului aortic şi a ramurilor sale pot fi subiectul unor variaţii mai însemnate sau nu, cu efect direct asupra intervenţiilor pe care le practică.

Imagistica medicală descoperă şi întregeşte imaginea de ansamblu a variabilităţii anatomice, însă doar disecţia şi observarea directă a elementelor anatomice poate caracteriza imaginea obiectivă.

În literatura autohtonă Pop D. Popa este autorul care prezintă date morfometrice referitoare la arcul aortic în lucrările publicate. Nu sunt menţionate studii care să trateze acest subiect pe larg.

Din acest motiv, dorim să efectuăm un studiu morfometric pe unul din elementele anatomice vasculare cele mai importante, care nu se supune regulilor generale de diviziune arterială şi morfometrie, după cum a fost arătat în prima parte a lucrării. Studiile efectuate de cercetătorii străini sunt studii morfometrice prin măsurători directe pe piese anatomice, cât şi măsurători şi determinări prin studii imagistice, mai recente. Aorta nu este un organ static, datorită particularităţilor sale structurale permiţându-i să îşi adapteze diametrul la modificările presionale sau de debit sangvin. Această precizare este adusă deoarece determinările realizate în această lucrare nu sunt făcute în timp real, ci reprezintă date obţinute din studiul pe materiale necroptice, care nu trebuie preluate şi interpretate în alte condiţii.

MATERIAL ŞI METODĂ DE LUCRU

Studiul de faţă este reprezentat de morfometria arcului aortic. Acesta a fost realizat în cadrul secţiei de Medicină Legală

[1]Autor corespondent: Călin Mohor, Str. Lucian Blaga, Nr. 2A, Sibiu, România, E-mail: calinmohor@gmail.com, Tel: +40745 528270
Articol intrat în redacţie în 10.02.2014 şi acceptat spre publicare în 15.04.2014
ACTA MEDICA TRANSILVANICA Iunie 2014;2(2):79-82

a Spitalului Clinic Judeţean de Urgenţă Sibiu, piesele studiate fiind obţinute de la cadavre proaspete, deoarece s-a dorit obţinerea unor rezultate care să nu fie influenţate de factorii de conservare şi de preparare a organelor şi cadavrelor. Pentru aceasta a fost folosit un număr de 75 de cadavre, dintre care 46 de sex masculin şi 29 de sex feminin, cu vârste cuprinse între 19 şi 74 de ani. Disecţia s-a realizat într-un mod particular, disecţia anatomică fiind adaptată timpilor examenului intern al autopsiei medico-legale, astfel au fost parcurse toate etapele.

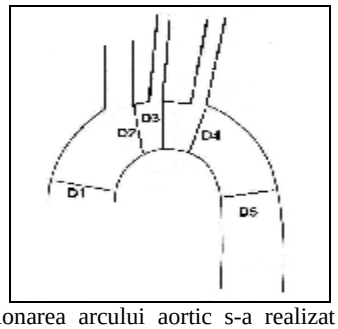
Determinarea măsurătorilor s-a făcut într-un timp cât se poate de scurt de la recoltare pentru a evita apariţia modificărilor structurale apărute la nivelul piesei, modificări care ar influenţa într-un mod sau altul rezultatul studiului.

Au fost recoltate piese de la persoane decedate din motive care nu au influenţat sau modificat integritatea anatomică a arcului aortic (spre exemplu, nu au fost prelevate piese ale celor decedaţi în accidente rutiere, politraumatizaţi).

Au fost studiate următoarele aspecte privitoare la morfologia internă a arcului aortic (figura nr. 1):

- D1 – diametrul intern al arcului aortic, deasupra marginii superioare a sacului pericardic (considerată limita dintre aorta ascendentă şi arcul aortic)
- D2 – diametrul intern al arcului aortic, după emergenţa trunchiului arterial brahiocefalic
- D3 – diametrul intern al arcului aortic, după emergenţa arterei carotide comune stângi
- D4 – diametrul intern al arcului aortic după emergenţa arterei subclaviculare stângi
- D5 – diametrul intern al arcului aortic în dreptul istmului.

Figura nr. 1. Măsurătorile determinate la nivelul arcului aortic



Secţionarea arcului aortic s-a realizat în axul lung, linia de secţiune străbătând zona de origine a ramurilor arcului aortic. Toate datele obţinute în urma măsurătorilor au fost analizate separat pentru cele două sexe, iar apoi comparativ (figura nr. 2).

Figura nr. 2. Modalitatea de efectuare a măsurătorilor

REZULTATE

1. Arcul aortic

În ceea ce priveşte diametrul aortei ascendente, valoarea minimă determinată pentru piesele recoltate de la cadavre de sex masculin, a fost de 20mm. Valoarea maximă a fost de 31 mm.

Diametrele măsurate după emergenţa ramurilor arcului aortic, descresc treptat, urmând ca la nivelul istmului să se înregistreze diametrul cel mai mic al arcului. Acest tipar al valorilor a fost prezent la toate piesele analizate. Valoarea cea mai mică la nivelul istmului pentru piesele recoltate de la bărbaţi a fost de 14mm.

Calcularea valorilor medii, ale diametrelor determinate au arătat valori care corespund literaturii citate. Pentru aorta ascendentă media a fost de 26,10mm, valorile de referinţă fiind cuprinse între 25-30mm, iar pentru diametrul la nivelul istmului valoarea medie a fost de 20,47mm, valorile de referinţă fiind între 20-25mm.

Pentru piesele recoltate de la cadavrele de sex feminin, per ansamblu valorile înregistrate au fost mai mici faţă de cele de la cadavrele de sex masculin. Cea mai mică valoare a diametrului aortei ascendente a fost de 15mm, iar cea mai mare de 26mm. Valoarea medie a fost de 21,68 (tabelul nr. 1).

Tabelul nr. 1. Diametrele arcului aortic la piesele recoltate de la cadavrele de sex feminin, rosu-valorile cele mai mici, albastru, valorile cele mai mari înregistrate

Nr. piesă	D1	D2	D3	D4	D5
1	23	19	18	18	20
2	15	13	12	9	12
3	17	14	12	12	12
4	20	17	16	16	14
5	21	17	17	14	16
6	25	22	20	20	18
7	23	20	18	18	18
8	22	22	20	19	17
9	20	20	18	18	15
10	15	14	12	12	12
11	26	21	19	19	19
12	24	18	16	15	20
13	20	17	14	14	13
14	20	17	15	15	14
15	22	19	20	18	18
16	24	22	22	20	19
17	19	19	17	17	17
18	21	21	19	17	17
19	18	16	15	15	15
20	22	19	19	18	17
21	25	24	22	21	19
22	21	19	19	18	18
23	24	20	19	19	18
24	23	21	20	20	19
25	25	22	22	21	21

26	22	19	17	17	17
27	23	21	21	21	19
28	23	21	21	19	18
29	26	24	23	23	23

La nivelul istmului valoarea cea mai mică a fost de 12mm în diametru, iar valoarea cea mai mare de 23mm. Valoarea medie a diametrului la acest nivel a fost de 17,06mm.

Ambele medii reprezintă valori mai mici faţă de literatura luată ca punct de referinţă.

Comparativ la cele două sexe, valorile medii înregistrate au fost mai mari pentru sexul masculin. Toate valorile, atât la sexul masculin cât şi la cel feminin descresc pe măsură ce iau naştere ramurile cu originea din arcul aortic.

2.Plăcile de aterom

Ateroscleroza reprezintă o patologie vastă, de importanţă majoră, care determină obstruarea lumenului vaselor în întreg organismul, ducând la ischemie în teritoriul distal obstrucţiei, sau chiar infarctizare.

Determinismul apariţiei acestei patologii este unul complex şi intricat, fiind incriminaţi atât factori genetici cât şi factori de mediu.

Distribuţia spaţială în ceea ce priveşte dezvoltarea leziunilor ateromatoase de-a lungul sistemului vascular variază în funcţie de individ. Un rol important este atribuit factorilor hemodinamici, care acţionează asupra pereţilor vaselor, fiind unanim acceptat că locurile cele mai frecvente pentru apariţia unor astfel de leziuni sunt zonele în care geometria vasculară se modifică, locurile de flexiune şi diviziune ale vaselor.(1)

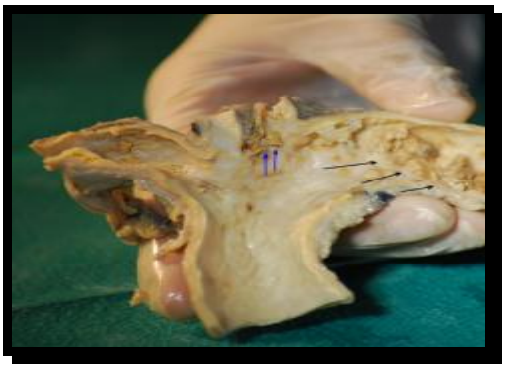
Deşi un factor de risc important este geometria vasculară care influenţează parametrii hemodinamici, este greu de corelat cu ceilalţi factori de risc sau factori determinanţi.

Dintre piesele examinate, la 28 dintre ele au fost descoperite leziuni ateromatoase la diverse nivele. Doar 6 dintre acestea au provenit de la cadavre de sex feminin (tabelul nr. 2).

Tabelul nr. 2. Locurile în care au fost prezente leziunile ateromatoase

	Aorta	
	Aorta ascendentă	Istmul aortic
Femei	1	2
Bărbaţi	4	5

Figura nr. 3. Aspect intern al arcului aortic, săgeţile negre indică placi de aterom la nivelul istmului aortic şi aorta descendentă, săgeţile albastre indică plăci de aterom la nivelul arterei subclaviculare stângi



Studiile asupra acestui fenomen sunt doar la început. Dacă factorii de risc şi cei determinanţi au putut fi stabiliţi, ceea ce determină apariţia plăcilor de aterom la un anume nivel rămâne încă de demonstrat. La ora actuală modelele computerizate care recreează geometria arcului aortic şi condiţiile hemodinamice prezente la acest nivel încearcă să explice fenomenul. Momentan studiile se realizează pe şoareci dar avansează rapid.(2) Apolipoproteina E este până la ora actuală unanim incriminată în patogeneza aterosclerozei.(3), dar numai în anumite condiţii de geometrie vasculară în ceea ce priveşte diametrul vaselor şi forţele hemodinamice care se creează în timpul curgerii sangvine.

Cele mai multe plăci de aterom au fost prezente la nivelul istmului aortic, spre aorta descendentă. Această dispoziţie reprezintă doar o constatare, deoarece lucrarea de faţă nu a urmărit evidenţierea dispoziţie plăcilor ateromatoase, astfel dispoziţia remarcată nu poate fi considerată una bine susţinută, deoarece nu au fost urmăriţi şi alţi parametrii corelaţi acestui fenomen.

DISCUŢII

Studiul morfometric

Descrierile anatomice clasice nu abordează detaliile morfometrice ale arcului aortic. Aceste informaţii sunt preţioase doar pentru anumite specialităţi ale medicinei moderne, care o dată cu dezvoltarea lor au contribuit la întregirea datelor anatomice cu informaţii mai amănunţite şi au determinat o aplecare mai atentă asupra variantelor anatomice şi abaterile de la descrierile tradiţionale, didactice.

Recent, chirurgia vasculară, noile tehnici de imagistică medicală şi imagistică intervenţională abundă în interpretări şi puncte de vedere în ceea ce priveşte arcul aortic şi ramurile sale. Acestea caută să satisfacă diferit probleme cu care se confruntă medicina modernă. Cert este că necesitatea cunoaşterii unei anatomii detaliate a arcului aortic, cu posibilităţile de variaţie a acestui element îşi găseşte aplicabilitatea în chirurgia gâtului şi chirurgia toracică, chirurgia endovasculară, angiografie, examinări de ecografie Doppler etc.

Studiile morfometrice întâlnite în literatură nu sunt numeroase şi prezintă metode diferite de abordare, cu rezultate diferite, variabile chiar contradictorii uneori. Metodele de studiu sunt fie cele imagistice fie cele prin disecţie anatomică pe cadavre preparate de cele mai multe ori cu soluţii de formalină. Prepararea cadavrelor înaintea examinărilor poate modifica consistenţa peretelui vaselor, influenţând astfel rezultatele. Studiul de faţă a încercat limitarea acestor efecte prin efectuarea măsurătorilor cât mai rapid posibil. N.L. Wright publică în anul 1969 un studiu morfometric al arcului aortic, realizat pe un număr de 100 de cadavre, proaspete, dar utilizează două metode de cercetare. Una din ele se bazează pe disecţia clasică a aortelor, cu măsurători directe, pe care o aplică unui număr de 50 cadavre din cele 100. Pentru restul cadavrelor utilizează o altă metodă, şi anume realizarea unor mulaje după arcul aortic şi emergenţa ramurilor sale, aplicând aceleaşi măsurători ca şi pieselor examinate direct prin disecţie. Argumentul autorului este că în acest fel rezultatele ar fi mai exacte.(4)

Unele dintre măsurătorile efectuate de către Wright coincid cu cele efectuate în acest studiu şi astfel se pot compara rezultatele obţinute. Pentru arcul aortic, media diametrelor obţinute de către Wright la nivelul proximal al arcului este de 24mm pentru bărbaţi şi 24,5mm pentru femei, deviaţia standard fiind de 4,87 pentru bărbaţi, respectiv 5,57 pentru femei. În studiul de faţă s-au obţinut valori mai mari pentru bărbaţi, media fiind de 26,1mm cu o deviaţie standard de 2,34; iar pentru sexul feminin media a fost de 21,68, cu o deviaţie standard de 2,01. Dacă după Wright, valorile la cele două sexe au fost aproximativ egale, în studiul nostru diferenţa între cele două sexe este notabilă, de aproape 5mm, însă statistic lotul populaţional

examinat de Wright a avut o variabilitate mai mare a valorilor, fapt indicat prin valorile deviaţiei standard.

La nivelul istmului aortic, valorile obţinute de Wright au fost de 19 mm pentru sexul masculin, respectiv 18,5 mm pentru sexul feminin, cu valori ale deviaţiei standard de 3,88 pentru sexul feminin, respectiv 4,02. Valorile obţinute în studiul de faţă sunt de 20,47 mm pentru bărbaţi şi 17,06 mm pentru femei, cu o deviaţie standard de 2,33 şi respectiv 1,73. Deşi valorile înregistrate sunt diferite, posibil datorită subiecţilor care aparţin de populaţii diferite, există o proporţionalitate directă între valorile studiului de faţă şi cele prezentate de Wright.

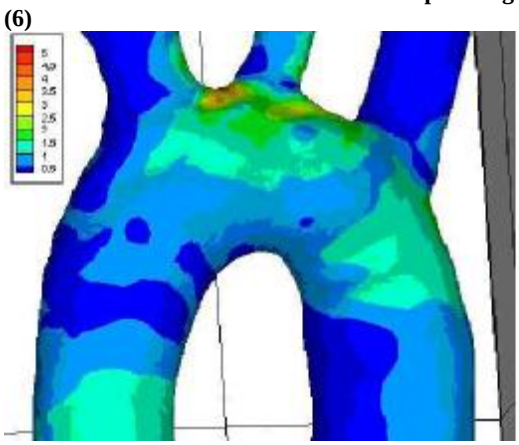
3.Aterogeneza

Boala aterosclerotică reprezintă întrunirea unui context de factori genetici, favorizanţi şi determinanţi, împreună cu dezechilibre metabolice şi igieno-dietetice care vor duce la modificări cronice la nivelul endoteliului vascular. Indiferent de cauza determinantă, răspunsul este caracteristic afectării arteriale. Factorii hemodinamici sunt factori care acţionează local, contribuind la apariţia leziunilor arteriale în zonele de stres hemo-dinamic. Zonele cele mai frecvente pentru apariţia leziunilor aterosclerotice sunt reprezentate de bifurcaţiile arteriale şi punctele de cotitură şi flexiune.(5)

Datorită complexităţii relaţiilor dintre aceşti factori şi varietatea individuală, importanţa acestei probleme este majoră.

Hui Zhu şi colaboratorii săi au arătat că geometria arcului aortic şi diametrele sale pot predispune la apariţia unor astfel de leziuni. Diametrele mai mici şi arcul aortic mai "ascuţit" ar duce la amplificarea forţelor care determină leziuni la nivelul peretelui vascular.(2)

Figura nr. 4. Zonele cu risc în apariţia plăcilor de aterom, zonele "calde" au riscul cel mai înalt după Rungsakaulrach (6)



Rungsakaulrach prin modelele realizate pe aorte de şoareci a demonstrat că forţele hemodinamice erau crescute de-a lungul peretelui extern al arcului aortic şi în vecinătatea ramurilor. Aceste zone corespund cu locuri în care am găsit plăci de aterom în studiul nostru. Cu toate acestea, transpunerea datelor obţinute în acest studiu la oameni este deocamdată rezervată.(6)

CONCLUZII

Studiul morfometric al arcului aortic a arătat modalitatea de variaţie a formei anatomice clasice a arcului aortic în populaţia din judeţul Sibiu, comparativ pentru cele două sexe, stabilind valori proprii obţinute prin măsurători directe în urma disecţiei, punctând diferenţele semnificative.

Diametrele măsurate după emergenţa ramurilor arcului aortic, descresc treptat, urmând ca la nivelul istmului să se înregistreze diametrul cel mai mic al arcului. Acest tipar al valorilor a fost prezent la toate piesele analizate. Valoarea cea mai mică la nivelul istmului pentru piesele recoltate de la bărbaţi a fost de 14mm.

Pentru piesele recoltate de la cadavrele de sex feminin, per ansamblu valorile înregistrate au fost mai mici faţă de cele de la cadavrele de sex masculin.

Dintre piesele examinate, la 28 dintre ele au fost descoperite leziuni ateromatoase la diverse nivele. Doar 6 dintre acestea au provenit de la cadavre de sex feminin.

Cele mai multe plăci de aterom au fost prezente la nivelul istmului aortic, spre aorta descendentă.

Calcularea valorilor medii, ale diametrelor determinate au arătat valori care corespund literaturii citate.

Variabilitatea anatomică este caracteristica de bază a rezultatelor obţinute, cea mai mare variabilitate a interesat valorile diametrelor arcului aortic.

Datele obţinute au fost comparate cu cele din literatură, punctând aspectele convergente sau particulare cu ale altor autori, încercând valorificarea rezultatelor cât mai obiectiv cu putinţă pentru a arăta însemnătatea studiului.

Corelaţiile embriologice şi clinice subliniază importanţa studiului şi a rezultatelor, punând în discuţie şi alte tipuri de abordări, totodată şi necesitatea continuării unui astfel de studiu, cu extinderea sa şi întregirea imaginii asupra problemei, pentru a creşte acurateţea şi relevanţa statistică şi în final utilitatea unui astfel de studiu în practica medicală.

REFERINŢE

1. Pop D, Popa I. Sistemul arterial aortic – patologie şi tratament chirurgical, vol. 1, Editura Medicală, Bucureşti; 1982.
2. Ruengsakaulrach P, Joshi AK, Fremes S, Foster S, Butany J, Wiwatanapataphee B, Lenbury Y. Wall Shear Stress and Atherosclerosis: Numerical Blood Flow Simulations in the Mouse Aortic Arch, WSEAS Transactions on Fluid Mechanics 2008;2(3):90-100.
3. Sadler TW. Langman Embriologie medicală, ediţia a 10-a, editura medicală Callisto; 2008.
4. Cocora L. Medicină Legală, ghid practic, Editura Alma Mater, Sibiu; 2003.
5. Yazar F, Yalcin B, Ozan H. Variation of the aortic arch branches: two main trunks originating from the aortic arch, Gazi Med J 2003;14:181-4.
6. Zhu H, Zhang J, Smith J, Long DS, Lopez-Bertoni F, Hagaman J, Maeda N, Friedman M. Differences in aortic arch geometry, hemodynamics and plaque patterns between C57BL/6 and 129/SvEv mice J Biomech Eng; 2009. p. 131.