

ARHITECTURA INSERTIILOR PERIFERICE ALE DIAFRAGMEI

FRANCISC GRIGORESCU SIDO¹, ANCA ZIMMERMANN²

¹Catedra de Anatomie și Embriologie, Universitatea de Medicină și Farmacie “Iuliu Hațieganu”, Cluj-Napoca

²Dept. de Endocrinologie și Diabetologie, Clinica Medicală I, Universitatea “Johannes Gutenberg”, Mainz, Germania

Rezumat

Au fost disecate 161 piese anatomice pentru inserțiile periferice ale diafragmei pe peretele toracoabdominal. Părțile anterioară (sternocostală) și posterioară (lombocostală) a diafragmei prezintă cele mai multe variante anatomice, în timp ce partea laterală (costală) este mai simplă, stereotipă. Datorită numeroaselor forțe mecanice care acționează asupra diafragmei, precum și datorită forțelor dezvoltate de acțiunea părților musculare ale diafragmei, apar condiții pentru dispoziții arhitecturale în toată diafragma și mai ales la nivelul inserțiilor sale periferice. Înțelegerea și interpretarea anatomiei inserțiilor periferice ale diafragmei se poate face mult mai ușor, pe baza unor noțiuni elementare de arhitectură. Deoarece diafragma se inseră la periferie pe structuri anatomice dure (proces xifoid, coaste, vertebre) și pe altele moi (lama posterioară a tecii mușchiului drept abdominal, fascia endotoracică din dreptul spațiilor intercostale, fasciile mușchilor pătrat al lombelor și psoas), dispuse succesiv și în general, alternativ, se poate constata că sub aspect arhitectural, inserția periferică a diafragmei este o succesiune și o alternanță de stâlpi și arcade (stâlpii sunt fasciculele musculare, iar arcadele sunt structuri fibroconjungtive arciforme).

Fără a nega valabilitatea descrierilor anatomice ale inserțiilor periferice ale diafragmei, reconsiderarea lor din punct de vedere arhitectural permite o înțelegere mai corectă a apariției, dispoziției, variantelor și modificărilor acestora sub acțiunea unor forțe, pe măsură ce persoana își modifică anatomia de ansamblu (ex. obezitate) și înaintea în vârstă.

Cuvinte cheie: diafragma, inserții periferice, arhitectura inserțiilor periferice.

ARCHITECTURE OF PERIPHERAL DIAPHRAGMATIC INSERTIONS

Abstract

We prepared 161 anatomical pieces to study the peripheral diaphragmatic insertions on the thoraco-abdominal wall. The anterior sterno-costal part and the posterior lumbo-costal regions of the diaphragm exhibit the highest anatomical variability, while the lateral costal part is more constant. The multiple mechanical forces which act upon the diaphragm and the forces exerted by the muscular parts of the diaphragm lead to various architectural dispositions in the diaphragm and especially at the level of it's peripheral insertions. The anatomy of the peripheral diaphragmatic insertions can be better understood by comparison with architectural elements. The diaphragm inserts at the periphery on skeletal anatomical structures (processus xifoideus, ribs, vertebrae) as well as on soft structures (posterior lamina of the theca of the musculus rectus abdominalis, endothoracal fascia of the intercostal spaces, fasciae of the quadratus lombae m. and the psoas m.) in a generally alternative manner. From an architectural point of view, the peripheral insertion of the diaphragm is a successive sequence of pillars and arcades (the pillars are the muscular fascicules and the arcades are arcade-shaped structures of connective tissue).

The validity of the classical anatomical descriptions of the peripheral diaphragmatic insertions remain unaltered, however, the reconsideration from an architectural point of view allows a better understanding of the disposition, variants and alterations under the action of various mechanical forces, under the dynamic influence of general anatomical changes like obesity and aging.

Keywords: diaphragm, peripheral insertions, architecture of peripheral insertions.

Prescurtări. D. Diafragmă. PAD. Partea anterioară a diafragmei. ATI. Artera toracică internă. AES. Artera epigastrică superioară. CF. Centrul frenic. VCI. Vena cavă inferioară. A. Aorta. E. Esofagul. HD. Hernie diafragmatică. HDC. Hernie diafragmatică congenitală. HDD. Hernie diafragmatică dobândită.

LITERATURA

Diafragma toracoabdominală este un sept musculo-aponevrotic, care separă cavitatea toracică de cea abdominală. Este bombată spre torace, datorită presei abdominale și presiunii negative intermitente a cavității toracice, datorate respirației. Este în raport cu organe toracice și abdominale, raporturi ce îi determină forma generală boltită spre torace, iar prin funcțiile sale diafragma influențează morfologia și funcțiile organelor vecine [1,2,3,4].

D musculară este *al doilea mușchi* ca importanță funcțională din organism, după *miocard*. Are activitate ritmică, reglată prin reflexe respiratorii, dar fiind un mușchi striat este supusă și controlului voluntar, fapt ce lipsește la inimă [5].

Organele toracoabdominale prezintă o formă exteroară, care rezultă din jocul de forțe mecanice, care se influențează reciproc, având ca rezultat final forma anatomică a organelor. Printre aceste forțe se pot enumera: forța produsă prin creșterea și dezvoltarea ontogenetică a organului; forța compresivă a mușchilor pereților trunchiului (statică și dinamică), care menține organele într-un spațiu închis aflat sub presiune; forțele datorate funcționării organelor (starea de repleție și vacuitate, peristaltism); forțele datorate staționii verticale sau/și decubit; forța gravitațională și cea a presiunii atmosferice; forțe create artificial de vestimentație etc. [6,7,8,4]. Cele mai bune exemple de forme anatomice ale unor organe sunt ficatul și plămânii, extrași din corpul conservat (formol). Pe suprafața lor există amprente ale organelor vecine, care delimitează fose, creste, lobi și alte proeminențe, caracteristice reliefului de suprafață a organului respectiv. D, care este un *sept ermetic musculo-aponevrotico-seros*, suferă în timpul dezvoltării forțe compresive toraco-abdominale prin creșterea și dezvoltarea organelor din aceste cavități (ficat, plămâni, inimă etc.). Astfel, D "laminată" între forțele exercitate de organele abdominale și toracice, va lua forma unei lame despărțitoare toraco-

abdominale, cu forma boltită caracteristică, mai ales după instalarea respirației aeriene de după naștere [5]. Presiunea pozitivă abdominală permanentă și cea alternativ negativă intratoracică, mențin forma de boltă a diafragmei. Desigur această formă este menținută și de alți factori: ancorarea D de coloana vertebrală prin coloana cardiovasculară toracică, nervii frenici, legarea de aortă și esofag etc. Forma de dom a D îi asigură și eficiența contracțiilor, ex.: intervenția în actul respirator, creșterea presei abdominale în acte fiziologice (naștere, micțiune, defecație, tuse, strănut, vomă, eforturi fizice etc.). Forțele mecanice intervin nu numai în modelarea formei generale a D, ci și în modelarea unor zone restrânse ale sale (ex: PAD) [5].

Insertiile periferice ale diafragmei

La periferie diafragma se inseră pe baza toracelui, având și părți inserate pe structuri parietale abdominale. După locul unde se inseră, diafragma prezintă trei părți: sternală, costală și lombară [8,1,2,3,7,4].

Partea sternală se inseră pe fața posterioară a procesului xifoid prin două fascicule (uneori separate între ele de un spațiu îngust, *fanta Marfan* (după [9,10,5,11]), iar după Testut L și Latarjet, 1928 și Testut L și Jacob, 1929 [6,12], spațiul este etichetat ca *fantă Larrey*, pe fascia transversalis și fasciculul condral inserat pe cartilajul costal 7 [13,14,15,16,17,18,19,20,21].

Partea costală se inseră pe fața medială a ultimelor 6 coaste, cartilaje costale și spațiile dintre ele (arcadele intercostale Senac), prin fascicule care se intersectează cu fasciculele mușchiului transvers abdominal [6,13,4,5,22].

Partea lombară se inseră pe arcurile ligamentare lombocostale laterale și mediale (al mușchiului pătrat al lombelor, respectiv al mușchiului psoas) și pe câteva vertebre lombare [7,4,22,11] sub forma stâlpilor diafragmei. *Ligamentul arcuat lateral* este o îngroșare a fasciei mușchiului pătrat al lombelor, întins între procesul transvers al vertebrei L1, la partea mijlocie a marginii inferioare a coastei a 12-a. *Ligamentul arcuat medial* reprezintă o îngroșare fibroasă a fasciei mușchiului psoas și are capătul medial continuat cu marginea tendinoasă laterală a stâlpului lombar de aceeași parte, care se inseră pe laturile corpilor vertebrale L1 și L2, iar lateral se prinde pe fața anterioară a procesului transversar al vertebrei L1 [13,4].

Stâlpii vertebrali ai diafragmei sunt tendinoși la origine și se contopesc cu ligamentul vertebral longitudinal anterior. *Stâlpul drept* este mai lung și mai larg decât cel

Articol intrat la redacție în data de: 02.05.2012

Acceptat în data de: 10.05.2012

Adresa pentru corespondență: grigorescusidofrancisc@yahoo.com

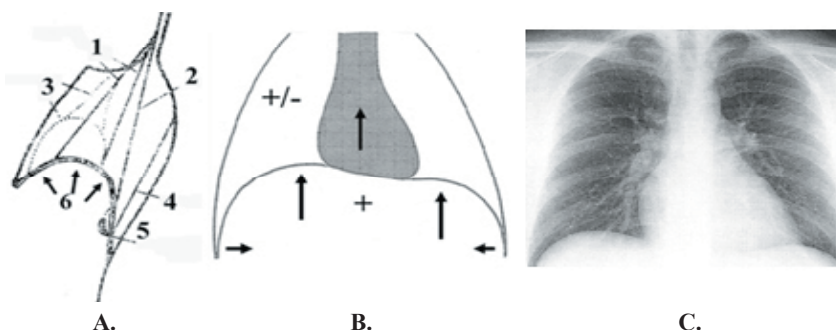


Fig. 1. D are formă de cupolă boltită spre torace, datorită forțelor mecanice la care este supusă. **A.** D este ancorată de coloana vertebrală prin: 1. Nervii frenici. 2. Nervii vagi. 3. Coloana cardiovasculară. 4. Lanțul simpatic. 5. Ganglion semilunar. 6. Presa abdominală acționează tot în direcția toracelui, consolidând boltirea. **B.** Boltirile D și orientarea forțelor care acționează pe cele două fețe ale sale. **C.** Imagine radiografică toracică și conturul bolților D.

stâng și pornește de pe corpii și discurile intervertebrale ale vertebrelor L1-L3. *Stâlpul stâng* se inseră pe vertebrelor și discul intervertebral L1-L2. Marginile mediale tendinoase ale celor doi stâlpi converg și se unesc preaortic, pentru a forma *ligamentul arcuat median*. Cei doi stâlpi (de fapt, singur stâlpul drept – [5]) mai participă și la delimitarea *hiatului esofagian* al diafragmei [23,24,25,26, 27,28,7,4,22].

De pe linia de inserție periferică a diafragmei, fasciculele musculare converg spre *centrul frenic*, pe care se termină.

La periferia D sunt descrise niște arii mici triunghiulare, bilaterale: *triunghiul Larrey*, dispus între fasciculul sternal și primul fascicul condral, ocupat de un țesut areolar și *triunghiul Bochdalek*, posterolateral, situat superior de ligamentul arcuat lateral și coasta a 12-a, cu baza, iar vârful este spre centrul frenic, triunghi ocupat tot de țesut areolar [4,29]. Testut și Latarjet, 1928; Testut și Jacob, 1929; Perrotin J și Moreaux J, 1965; Devin R și col., 1968 [6,12,1,9] descriu la periferia D zone slabe herniare (fante, hiaturi, spații), unde există *comunicare directă* între spațiul extraperitoneal și cel mediastinal: ex: un spațiu între cele două fascicule sternale, *hiatul lui Bourger* (echivalent cu *triunghiul Bochdalek*). *Triunghiul Bochdalek* poate avea diferite dimensiuni [29] și chiar localizări mai laterale decât cele descrise anterior [13]. Unii autori etichetează *triunghiul Bochdalek* ca “*triunghiul pleuroperitoneal al diafragmei*” [30], alții ca “*triunghi vertebrocostal*” (Gruber GB, 1927; Brash JC, 1952 - cit. Milroy P și col., 1957 [31]), considerându-l ca un defect de fuziune între componentele embrionare ale diafragmei, iar Wels LJ, 1954 (cit. Milroy P și col., 1957 [31]) susține că *hiatul Bochdalek* este în partea costală a diafragmei și nu între inserția costală și cea vertebrală.

Este locul de a preciza, din surse multiple și consensuale, câteva aspecte legate de aceste zone triunghiulare ale D.

Giovanni Battista Morgagni (25 februarie 1682 - 6 decembrie 1771) în lucrarea “*De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis*” (Asupra locului și cauzelor bolilor

investigate prin anatomie) [32,33,34,35,36,37,38], publicată în 1761, a descris un orificiu și o hernie diafragmatică în partea dreaptă a PAD, de unde și denumirea de *HD Morgagni*. Printre numeroasele observații prezentate în “*De sedibus...*” există și cele privind partea (anterioară) sternocostală a diafragmei, privitor la orificiile întâlnite în partea dreaptă, la autopsii: “*...este clar că există în diafragmă locuri prin care stomacul, o parte din intestin sau alte viscere, pot trece din abdomen în torace. Acest fapt este posibil deoarece în partea sternocostală a diafragmei există, în mod obișnuit, spații între fibrele ce provin de pe cartilajul xifoid și fibrele vecine, spații prin care, cred eu, se pot realiza aceste treceri*” [19,34,38].

Jean Dominique Larrey (7 iulie 1766 - 25 iulie 1842) l-a însoțit pe Napoleon în campaniile sale, fiind chirurg șef al armatei franceze. Este considerat părintele chirurgiei militare moderne și a medicinei ambulatorii moderne [39,40,41,42, 43,44,45]. Printre numeroasele tipuri de intervenții chirurgicale, cărora le-a adus îmbunătățiri, trebuie amintită și *abordarea pericardului (pericardiocenteza)* pe cale extraperitoneală și extrapleurală, prin *triunghiul sternocostal* (al lui Larrey) al diafragmei toracoabdominale, tehnică pe care însuși Larrey o descrie astfel [46]: “*Se practică în stânga o incizie oblică la marginea cartilajului ensiform (procesul xifoid), în locul de unire ale cartilajelor costale 7 și 8. Se pătrunde între fibrele mușchilor drept abdominal și oblic extern; se evită peritoneul care apare aici și se pătrunde spre pericard între prima și a doua digitație a diafragmei. Se desinseră marginea anterioară a diafragmei de pe cartilajul costal 7, se lasă artera mamară (toracică) internă lateral și se ajunge pe pericard*” (Prima și a doua digitație ale diafragmei sunt fasciculele sternal și primul fascicul condral al PAD, între care se găsește *triunghiul sternocostal*, zonă mai puțin vascularizată și deci puțin hemoragică). Descrierea este prezentată pentru prima dată în 1819 și apoi publicată în 1829 în tratatul său de “*Clinică Chirurgicală*” vol. II [19]. Trebuie amintit, deasemenea, că în bibliografia consultată, denumirea de hernie diafragmatică tip Larrey, nu îi aparține lui JD Larrey, ci unor urmași și admiratori ai acestui mare chirurg [5,47].

Vincenc Alexandr Bochdalek (1801-1883) a fost un anatomist și patolog ceh. A publicat 27 de articole originale, dintre care sunt de remarcă, privind studiul diafragmei, două cu acest subiect.

În 1848 publică articolul cu titlul "Einige Betrachtungen über die Entstehung des angeborenen Zwerchfellbruches" (Unele observații privind apariția herniilor diafragmatice înăscute - congenitale), în care consideră apariția *HDC* datorate unei opriri în formare a diafragmei și descrie un *triunghi* în partea posterioară a diafragmei, care are baza la coasta a 12-a. În aceeași lucrare își exprimă speranța în posibilitatea tratamentului chirurgical al HD posterioare, oferind și unele sugestii tehnice [48,49]. Tratamentul chirurgical al *HDC*, devine posibil abia în 1946, când **Robert Gross** efectuează, cu succes, prima operație a unui asemenea caz [50].

În 1867 publică "Practische Bemerkungen über Zwerchfellbrüche nebst Beschreibung eines mit einer Fraktur der Lendenwirbelsäule complizierten Falles" (Remarci practice asupra HD pe baza unui caz complicat cu fractura coloanei vertebrale lombare), caz apărut la un miner, în urma unui accident de mină [49,51,52].

SCOPUL

Evidențierea prin disecție a inserțiilor periferice ale diafragmei.

OBIECTIVELE

Interpretarea morfologiei inserțiilor periferice ale diafragmei prin prisma arhitecturii acestora.

MATERIAL ȘI METODE

Materialul a fost reprezentat de **161** preparate anatomice, din care **100** plastroane sternocostale provenite de la adulți (între 54-86 ani; de sex masculin - 49 persoane; feminin - 33 persoane, având starea de nutriție deficitară - 16 persoane; normală 52 persoane și obezi 7 persoane - 6 femei și un bărbat, cărora s-au mai adăugat 3 femei obeze provenite din alt lot), **25** plastroane sternocostale provenite de la feți între 6-9 luni gestaționale (17 de sex masculin și 8 de sex feminin). Au mai fost recoltate **33** diafragme întregi și s-au mai adăugat 3 trunchiuri provenite de la 3 femei obeze. S-au mai disecat piese provenite de la unele animale domestice: un cal, trei oi, un vițel, trei câini, pentru partea ventrală a diafragmei.

Metode de lucru. *Recoltarea* s-a făcut prelevând o parte a peretelui toracoabdominal anterior, pentru PAD și de diafragme întregi prin dezinserarea de pe peretele trunchiului. *Conservarea* s-a făcut în soluție de formol, pentru o parte din piese și în soluție de acid azotic 0,5% pentru altele; ultimele păstrează consistența pieselor proaspete și permite bune planuri de clivaj. Au fost injectate în ATI 10 preparate provenite de la feți, cu nitrolac incolor, colorat cu roșu carmin, pentru arterele preperitoneale. *Prelucrarea* s-a făcut prin disecție clasică, fotografiere, schematizarea și notarea aspectelor mai interesante.



Fig. 2. Recoltare. Inciziile practice pentru recoltarea peretelui anterior al trunchiului, PAD și a diafragmei întregi.

REZULTATE

În mod convențional, inserțiile periferice ale D se pot împărți în trei componente: *partea anterioară* (sternală, xifocondrală, sternocostală, xifo-condro-costală), *laterală* (costală) și *posterioară* (lombară, lombo-costală, vertebrală).

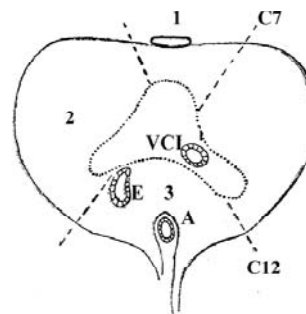


Fig. 3. Componentele D după inserțiile sale periferice. 1. Partea anterioară. 2. Partea laterală. 3. Partea posterioară. Liniiile punctate reprezintă hotarele convenționale dintre părțile componente. VCI. Vena cavă inferioară. E. Esofag. A. Aorta. C7 și C12. Coastele 7 și 12.

Dintre cele trei părți componente, cele anterioară și posterioară sunt mai complicate anatomic, în timp ce partea laterală este mai simplă, stereotipă.

PAD sau sternocostală are trei subdiviziuni, după inserțiile acestora pe peretele toracoabdominal anterior: *partea xifoidiană*, *aponevrotică* și *costală anterioară* (condrală).

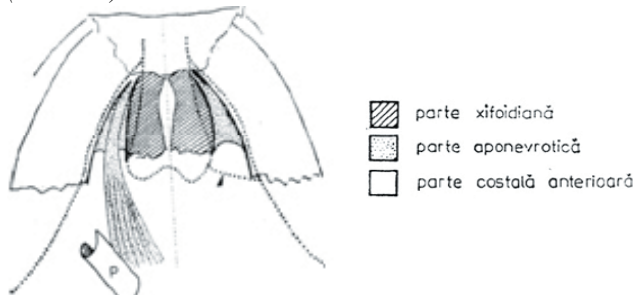


Fig. 4. Componentele PAD după inserțiile lor pe peretele anterior al trunchiului. P. Peritoneul pe care se inseră fasciculele frenoperitoneale provenite din cele frenoaponevrotice, inconstante ca prezență și dimensiuni, care subîmpart triunghiul Larrey și care se inseră pe aponevroza transversului prin fibre arciforme concave medial.

Suportul inserției. Este reprezentat de procesul xifoid, cartilajul costal 7 (*părți dure*) și lama posterioară a tecii mușchiului drept abdominal, formată din aponevrozele mușchilor oblic intern și transvers, ultima acoperită de fascia sa (fascia transversalis) (*părți moi*). Inserția pe componenta moale este variabilă după valoarea unghiurilor xifocondrale (paraxifoidiene). Când aceste unghiuri sunt înguste sau lipsesc, inserțiile sunt exclusiv pe părțile dure ale regiunii, sub formă de fascicule sternale și condrale (stâlpi). Totodată și părțile de inserție corespunzătoare zonelor unghiurilor xifocondrale înguste sau absente vor fi înguste sau vor lipsi, iar părțile de D care le corespund acestora vor fi înguste sau vor lipsi (triunghiul Larrey).



Fig. 5. Prezența sau lipsa unghiurilor paraxifoidiene depinde de deschiderea unghiului subcostal și de forma și lățimea procesului xifoid.



Fig. 6. Suportul inserției PAD. 1. Linia inserției a PAD. 2. Mușchiul transvers toracoabdominal și fascia sa. 3. Lama posterioară a tecii mușchiului drept abdominal. 4. Arcul costal. 5. Procesul xifoid variabil ca formă și dimensiuni.

Linia de inserție a PAD. Este cu atât mai neregulată, cu cât este analizată la persoane mai în vârstă.

Structura componentelor PAD

Partea condrală (costală anterioară) este un fascicul solid (stâlp), constant, inserat pe cartilajul costal 7 sau mai rar 6.

Partea xifoidiană este mai variabilă: pot exista două fascicule (stâlpi) (cele descrise clasic), separate de un spațiu inconstant, mai conjunctiv, între ele ("fanta Marfan"); o lamă unică, mai mult sau mai puțin musculară, uneori întărită pe fața abdominală de structuri conjunctive în arcadă, iar pe fața toracică poate exista așa numitul *ligament xifofrenic*, median și inconstant.

Partea aponevrotică a PAD este cea mai variabilă. Dacă unghiul paraxifoidian este prezent, va exista și triunghi Larrey sau sternocostal. Dacă unghiul respectiv este larg, triunghiul este mai mare și poate fi subdivizat și întărit de *fascicule frenoaponevrotice și frenoperitoneale*, mai mult sau mai puțin bine reprezentate (grosimea). Prin baza triunghiului Larrey trec *arterele preperitoneale*, ce sunt ramuri terminale ale ATI (a treia ramură de terminație, pereche, medială, nedescrisă în literatură și care deseori este confundată cu AES) și care coboară până în zona ombilicului, unde se epuizează. În jurul acestor artere se acumulează *grăsime preperitoneală*, care este cu atât mai abundentă, cu cât persoana este mai grasă.

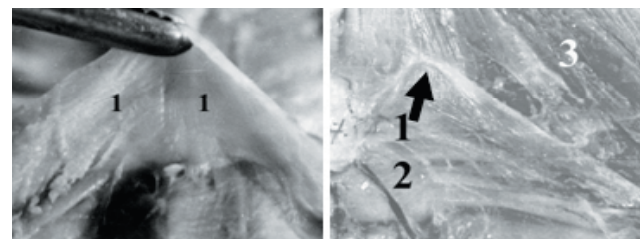


Fig. 8. A. PAD la un făt de 6 luni. Vedere abdominală după îndepărtarea peritoneului. Se observă lipsa oricărei structuri conjunctive (arcade) și orificii (depresiuni). 1. Traiectul inserției este regulat, puțin accidentat, iar structura este musculară peste tot. Cantitatea de grăsime preperitoneală îndepărtată era mică, cu lobuli grăsoși de culoare albă și brună, dispuși în jurul vaselor preperitoneale. **B.** PAD la un adult. La baza părții aponevrotice drepte, există suprapusă o arcadă conjunctivă (1), întinsă între partea costală anterioară (3) și partea xifoidiană (respectiv, marginea procesului xifoid). Aceste arcade apar mai târziu, fie ca urmare a solicitărilor mecanice musculoscheletale, fie ca acțiuni compresive a grăsimii preperitoneale. 2. Artera preperitoneală dreaptă.

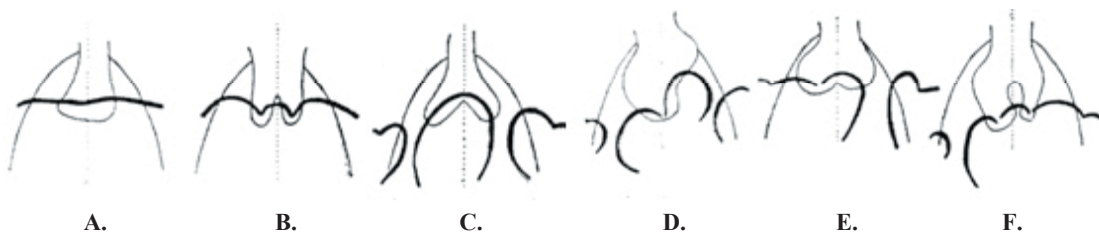


Fig. 7. Linia de inserție a PAD (125 preparate, feți și adulți) poate fi mai mult sau mai puțin accidentată, cele accidentate pot fi simetrice sau/și asimetrice. Cele mai neregulate traiecte ale liniilor de inserție sunt ale preparatelor care prezintă fascicule frenoaponevrotice și ale celor provenite de la adulți. **A.** Inserție liniară, 6%. **B.** Linie de inserție ușor neregulată, 25%. **C.** Linie denivelată bilateral, 27%. **D.** Denivelare bilaterală asimetrică, 29%. **E.** Denivelată unilateral dreapta, 2%. **F.** Denivelată unilateral stânga, 11%.

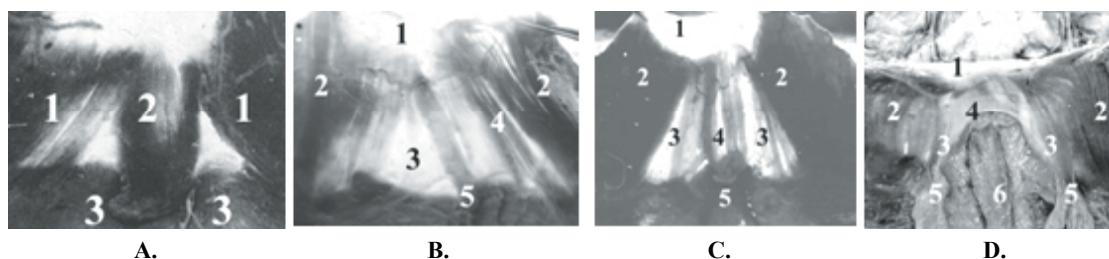


Fig. 9. PAD cu structură fibroconjunctivă (vedere dinspre abdomen, după îndepărtarea peritoneului, a masei grăsoase preperitoneale supraumbilicale și păstrarea vaselor preperitoneale. Fotografii prin transiluminare). **A.** PAD la un făt de 7 luni. Există două triunghiuri Larrey tipice, reprezentate de părțile aponevrotice ale PAD. Între cartilajul costal 7 și procesul xifoid în formă de spatulă îngustă există o porțiune aponevrotică (lama posterioară a tecii mușchiului drept abdominal) pe care se inseră baza triunghiului Larrey și care are o ușoară formă arcuită. Grăsimea preperitoneală, fiind în cantitate mică la un făt, nu a modelat morfologic, încă, regiunea. De asemenea, se remarcă lipsa oricărui orificiu (depresiune) în PAD. 1. Fascicul condral. 2. Fascicule xifoidiene. 3. Triunghiuri Larrey tipice. **B.** Linia de inserție a PAD ușor neregulată (adult). 1. CF. 2. Fasciculul condral inserat pe cartilajul C₇. 3. Zonă triunghiulară (triunghi Larrey) între partea condrală și un fascicul xifoidian gracil. 4. Fascicul frenoaponevrotic. 5. Fascicul xifoidian. **C.** Linia de inserție denivelată la mijloc. 1. CF. 2. Fascicule costale. 3. Zone triunghiulare între fasciculele xifoidiene și costale, cu structură conjunctivomusculară. 4. Spațiu conjunctiv între cele două fascicule xifoidiene (zisă “fanta Marfan”). 5. Vasele preperitoneale. **D.** PAD sub formă de cupolă centrală, largă, limitată de două fascicule frenoaponevrotice, respectiv frenoperitoneale. 1. CF. 2. Fascicule costale. 3. Fascicule frenoaponevrotice și frenoperitoneale. 4. Două arcade mediane conjunctive prezente pe fața abdominală a PAD. 5. Peritoneul pe care se inseră fasciculele frenoperitoneale. 6. Vasele preperitoneale.

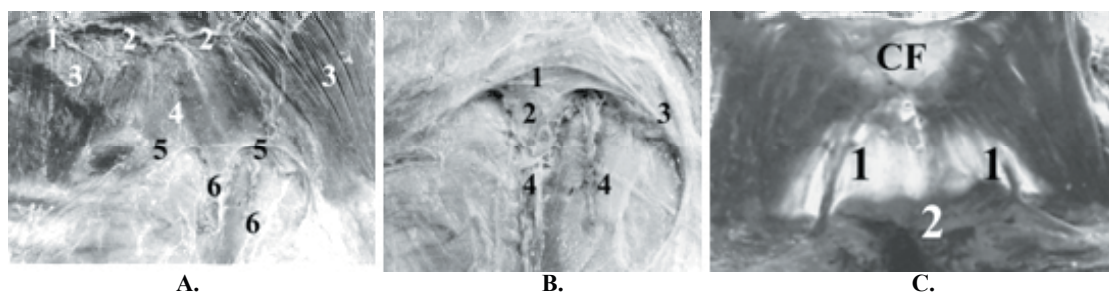


Fig. 10. **A.** Pe fața abdominală a PAD, la adulți, apar: 1. Ramuri anterioare ale nervului frenic. 2. La partea superioară a părții xifoidiene o ramură a unei artere diafragmatice anterioare superioare scurte perforează diafragma, apare pe fața abdominală a PAD, se ramifică în două ramuri divergente orientate transversal. Aceste ramuri, împreună cu ramurile anterioare ale nervului frenic, crează o arcadă mixtă, neurovasculară, care este confundată în literatură cu arcada nervoasă a lui Hovelaque, probabil având la bază observații efectuate pe un preparat anatomic disecat cu mai puțină atenție. 3. Partea costală a diafragmei. 4. Partea xifoidiană a diafragmei. 5. Arcade conjunctive anterioare ale diafragmei prezente la baza celor două porțiuni aponevrotice, fără depresiuni (“orificii”) spre torace. 6. Arterele preperitoneale care provin din arterele toracice interne și care străbat inserția părților aponevrotice ale PAD. **B.** PAD la adult, după îndepărtarea peritoneului și grăsimii preperitoneale, arată prezența pe fața abdominală a PAD ale unor arcade conjunctive: mediană (1) și laterale (3). Cele laterale limitează două depresiuni (cu pereți atrofiați) puțin adânci, create de grăsimea preperitoneală și se văd și cele două artere preperitoneale (4) în jurul cărora a fost dispusă grăsimea. 2. Procesul xifoid. **C.** PAD la un adult fotografiată prin transiluminare. Linia de inserție accidentată în părțile laterale prin prezența a două fascicule frenoaponevrotice (1). Structura PAD este predominant conjunctivă, cu fascicule musculare gracile dispuse difuz.

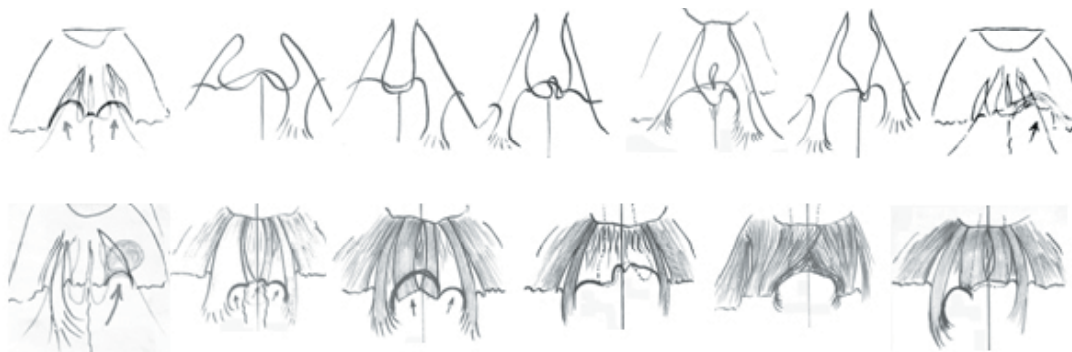


Fig. 11. Diferite variante ale liniilor de înserție și de structură a PAD.



Fig. 12. Preparat injectat intraarterial în artera toracică internă, cu nitrolac colorat cu roșu carmin, la un făt de 8 luni. Au fost îndepărtate: peritoneul, grăsimea preperitoneală, PAD și lama posterioară a tecii mușchiului drept abdominal. Au fost evidențiate prin disecție arterele. 1. Artera toracică/mamară internă stângă în dreptul cartilajului costal 6. 2. Artera musculofrenică. 3. Artera epigastrică superioară, în teaca dreptului abdominal, pe fața posterioară a mușchiului drept abdominal. 4. **Artera preperitoneală (săgețile albe)**, a treia ramură medială de terminație a arterei toracice interne. După originea sa în artera toracică internă, în dreptul cartilajului costal 6, se îndreaptă medial, se curbează în jos și trece prin baza părții aponevrotice a PAD (baza triunghiului Larrey, acolo unde acesta există) spre spațiul preperitoneal subdiafragmatic. Coboară paramedian până în zona ombilicului, unde se epuizează. În jurul acestor artere se acumulează grăsime, încă din viața fetală (luna 6), care crește cantitativ în viața postnatală, în funcție de starea de nutriție și formează masa grăsoasă preperitoneală. Această masă grăsoasă are caracter agresiv, invaziv, putând deforma și compromite structural PAD, crea "orificii" (depresiuni) în teaca dreptului abdominal etc. Dacă persoana slăbește, grăsimea se reduce cantitativ și vor rămâne în PAD, zone slabe (în general peste 2 cm baza depresiunii), herniare, prin care se angajează omentul mare inițial, colonul transvers etc., edificând o HDA, dobândită, netraumatică (existența căreia nu este recunoscută nici ca patogeneză, nici ca entitate clinică în literatura consultată).

Partea laterală sau costală a D. Este mai simplă ca inserție și structură, prezentând o alternanță de stâlpi și arcade (arcadele descrise de Senac, 1729 – [6,19,21,5]), destul de asemănătoare între ele.

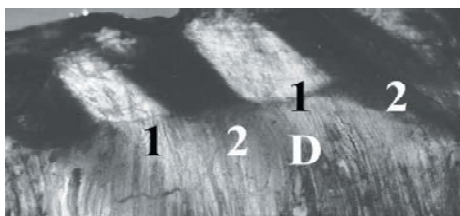
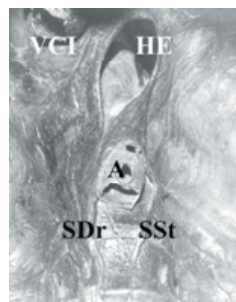


Fig. 13. Partea costală a diafragmei se inseră pe pereții toracelui, formați dintr-o alternanță de coaste (suport solid de inserție) și spații intercostale (suport moale, elastic de inserție). În dreptul spațiilor intercostale, inserția diafragmei are formă de arcade (arcadele lui Senac - cit. [6,19,21,5]), iar în dreptul coastelor, inserția este liniară. Structural, părțile înserate pe zonele intercostale conțin, aproape de peretele toracic, fibre musculare mai gracile, decât părțile înserate pe coaste. 1. Arcadele Senac. 2. Inserții costale.

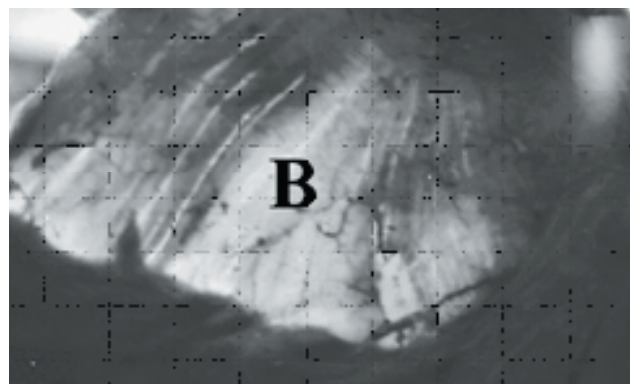
Partea posterioară (lombară, lombo-costală) (va constitui subiectul altei lucrări, mai detaliate).



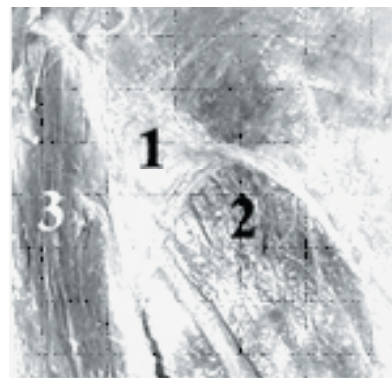
A.

B.

Fig. 14. A. Partea posterioară a D. A. VCI. Vena cavă inferioară. HE. Hiatul esofagian. A. Aorta. SDr. Stâlpul drept. SSt. Stâlpul stâng. B. Schema regiunii. a. Partea lombocostală și a triunghiului Bochdalek a cărui bază este formată din arcada patratului lombelor. b. Partea vertebrală, cu stâlpii clasici ai D. Lateral este arcada mușchiului psoas iar median, arcada peritru aortă. VCI. Vena cavă inferioară. E. Esofagul și hiatul esofagian. A. Aorta și hiatul aortic al D.



A.



B.

Fig. 15. A. B. Triunghiul Bochdalek, reprezintă, după îndepărtarea peritoneului și pleurei, o parte materială a D, situată în zona unghiului costovertebral. Baza este formată din arcada mușchiului pătrat al lombelor în dreptul coastei a 12-a. B. 1. Arcada mușchiului pătrat al lombelor, baza triunghiului Bochdalek. 2. Mușchiul pătrat al lombelor. 3. Mușchiul psoas.

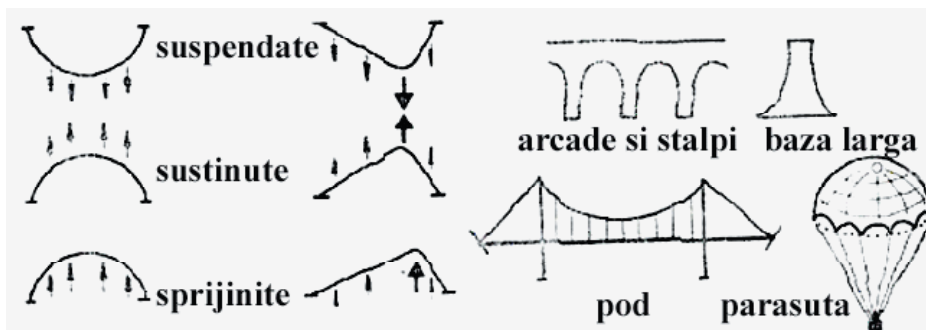


Fig. 16. Săgețile reprezintă diferite forțe și direcțiile lor de acțiune asupra unor structuri materiale, pe care le modelează sub formă de arcade. În dreapta sunt schițate dispoziții arhitecturale, care caută să respecte legea "material minim, maximum de rezistență".

DISCUȚII

În condițiile în care forma D este o rezultantă a jocului de forțe ce acționează asupra sa și invers, forțele produse de creșterea, dezvoltarea și funcționarea D, se poate vorbi și de un fenomen de modelare biologică, D fiind un organ viu. D are o mecanostructură și o arhitectură proprie, care se va adapta cât mai bine la forțele care acționează asupra sa. Arhitectura inserțiilor periferice ale D sunt un bun exemplu în acest sens.

D se inseră pe baza toracelui, având și unele mici părți inserate pe structuri parietale abdominale. Simplificând aceste inserții și neținând cont de descrierile anatomice amănunțite, se poate constata ca D se inseră la periferie pe două categorii de structuri anatomice: moi (fascii, mușchi, aponevroze) și dure (oase, cartilaje).

Comparând aceste componente inserate succesiv pe structuri moi și dure, cu elemente arhitecturale întâlnite în construcții (poduri, clădiri, etc.) se poate constata că, de fapt, inserțiile periferice ale D sunt o succesiune de **stâlpi și arcade**, primele inserate pe suporturi dure, ultimile pe structuri moi.

Prin analiza suporturilor de inserții periferice ale D, se va putea constata că se respectă acest gen de succesiune: arcade, alternând cu stâlpi de inserție.

Suporturi dure de inserție sunt sternul (procesul xifoid), coastele, cartilajele costale și coloana vertebrală. **Suporturi moi** vor fi, începând din partea anterioară: lama posterioară aponevrotică a tecii mușchiului drept abdominal, fascia mușchiului transvers abdominal, fasciile mușchilor intercostali interni, fascia mușchiului pătrat al lombelor și fascia mușchiului psoas. Inserții ale unor fascicule ale D se fac și pe fața profundă a peritoneului (ex: fasciculele frenoperitoneale ale PAD, fasciculele peritoneale ale mușchiului suspensor al duodenului, Treitz).

Felul inserțiilor periferice ale D prezintă și corespondențe structurale ale părții musculare a D. Astfel, partea de D aflată central față de o arcadă va fi mai săracă în fibre musculare (zonă slabă) și va fi mai bogată în structuri conjunctive, ex: triunghiul Larrey, triunghiul Bochdalek, care sunt zone mai mult sau mai puțin musculare și care devin mai conjunctive, mai ales la persoanele vârstnice.

Părțile (stâlpii) inserate pe suporturi dure vor fi cu precădere musculare (fasciculele xifoidiene și mai ales stâlpii lombari ai D).

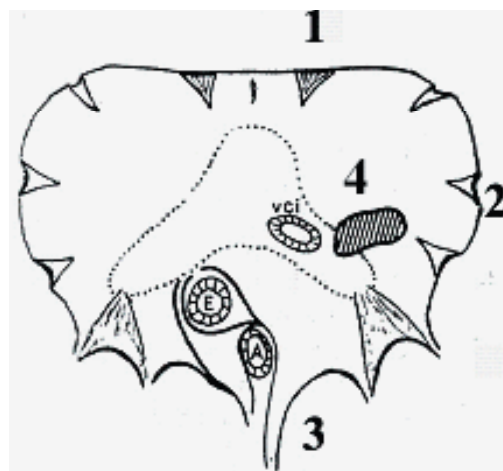


Fig. 17. 1. PAD. 2. Partea laterală - costală - și 3. Partea posterioară - lombocostală. 4. Orificiu datorat neînchiderii canalului pleuroperitoneal embrionar. Inserțiile periferice ale componentelor diafragmei se pot considera ca o alternanță de „stâlpi” și arcade, după cum diferitele părți se inseră pe suport tare, osos (stâlpi - fasciculele xifoidiene, costale, lombare), respectiv pe suport moale (arcade - anterioare, laterale ale lui Senac, posterioare, fasciculele frenoaponevrotice ale PAD, fiind o formă de întărire și compensare a slăbiciunii părților aponevrotice ale PAD - triunghiul Larrey). În dreptul arcadelor, diafragma este de formă triunghiulară și mai grăcilă structural, constituind zone mai slabe în fața jocului de forțe mecanice toracoabdominale. În acest fel, triunghiurile Larrey și Bochdalek, dacă se conturează bine, pot fi etichetate ca puncte slabe, herniare. Aria acestor triunghiuri nu reprezintă în mod normal orificii diafragmatice, decât create artificial printr-o disecție neglijentă sau ”creativă”. Prin PAD se pot crea orificii (în realitate depresiuni), chiar herniare prin agresiunea mecanică a grăsimii preperitoneale acumulată în jurul arterelor preperitoneale. Prin triunghiul lui Bochdalek pot apărea hernii posterolaterale (prin același mecanism), dar acestea nu reprezintă HDC de cupolă diafragmatică. HDC se pot localiza mai anterior, mai posterior, mai lateral etc., se pot suprapune chiar peste zona triunghiului, având dimensiuni diferite și mecanism patogenic congenital (neînchiderea canalului pleuroperitoneal).

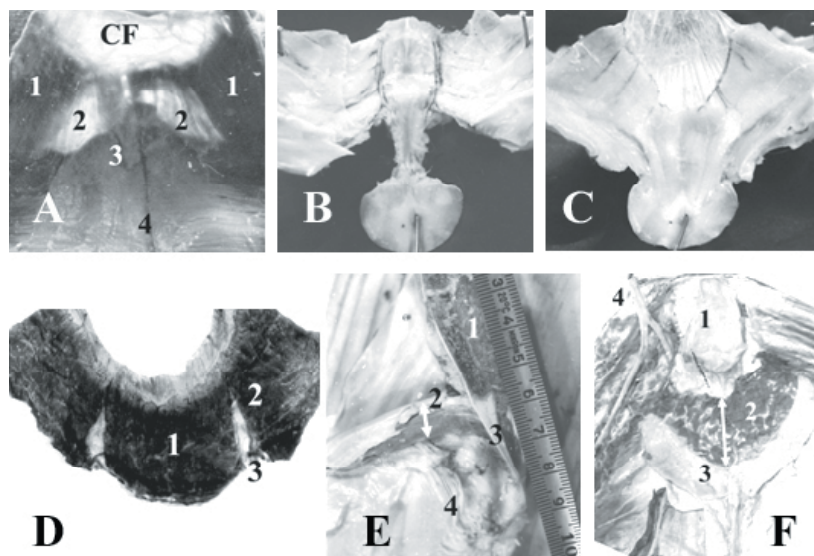


Fig. 18. Imagini care evidențiază efectul staticii (biped sau/și patruped) asupra structurii PAD la om și respectiv grosimii părții ventrale a diafragmei la patrupede (câine, vițel, oaie și cal). **A.** PAD la om prin transiluminare. CF. Centrul frenic. 1. Partea costală anterioară. 2. Triunghiuri Larrey. 3. Fascicule sternale. 4. Artera preperitoneală. **B.** Forma procesului xifoid la câine. **C.** Partea ventrală a diafragmei la câine, fără triunghiuri și arcade. **D.** Partea ventrală a diafragmei la vițel, groasă. 1. Partea xifoidiană. 2. Partea costală. 3. Triunghi costoxifoidian. **E.** Secțiune sagitală prin regiunea diafragmatică ventrală la oaie. 1. Stern. 2. Partea xifoidiană a diafragmei, groasă de peste 1cm. 3. Baza procesului xifoid. 4. Peritoneu. **F.** Partea xifoidiană dezinserată, la cal. 1. Pericard. 2. Partea xifoidiană a diafragmei, foarte groasă. 3. Procesul xifoid. 4. Artera toracică internă.

PAD la om este mult mai subțire și deci mult mai slabă decât la animale (mamifere). La om partea mai musculară (fasciculele xifoidiene) a PAD poate avea 1-2 mm grosime, în timp ce la patrupede (vițel, câine, cal, oaie) poate ajunge la peste 1-2 cm grosime. Datorită formei de paletă a procesului xifoid, partea ventrală a diafragmei poate fi lipsită de triunghiul costoxifoidian (echivalentul triunghiului Larrey), dacă aceasta se inseră pe partea circulară (terminală) a procesului xifoid (la animale), care ocupă tot unghiul subcostal. Dacă inserția este mai anterioară (cranială), pot exista triunghiuri ca la om. Diferența de grosime și structură la om și animale este rezultatul diferenței de statică și locomoție ale celor două categorii de mamifere, bipedă, respectiv patrupedă.

În PAD arcadele conjunctive sunt inconstante. Apariția lor depinde de câțiva factori: prezența unei părți moi de inserție (aponevroza mușchiului transvers abdominal, fascia transversalis); existența unui unghi paraxifoidian; un proces xifoid cât mai îngust (ex. în spatulă); grăsime preperitoneală destul de abundentă; tracțiuni exercitate de contracțiile fasciculelor musculare ale D și variațiile unghiului paraxifoidian în timpul mișcărilor respiratorii. Dacă există o arcadă în planul PAD (nu suprapusă feței abdominale), structura zonei triunghiulare pe care o limitează anterior va fi cu atât mai conjunctivă (deci mai slabă), cu cât baza triunghiului este mai largă. În cazul unor triunghiuri mai mari, aria poate fi subîmpărțită de un fascicul de întărire frenoaponevrotic (și peritoneal), mai mult sau mai puțin lat.

Prin forța compresivă asupra feței abdominale a PAD, *grăsimea preperitoneală* deformează baza triunghiului spre torace și stimulează formarea de *arcade conjunctive anterioare*. Cu cât deformarea este mai profundă, cu atât grăsimea preperitoneală herniază mai mult spre torace, unde poate proemina în mediastinul anterior. Prin mișcările de “dute-vino” ale prelungirilor grăsoase, arcadele devin mai marcat conjunctive și mai mari. În aceste zone este atras și omentul mare, sensibil la modificările termice, electrice, de pH (leziuni, inflamații), fiind deseori comparat cu un mare leucocit, din punct de vedere funcțional (măturoiul abdominal în chirurgie). Dacă depresiunile (lungimea arcadelor) depășesc 2-2,5 cm la baza lor, iminența unei *HDA dobândite, netraumatice*, devine posibilă (hernii considerate exclusiv congenitale și deseori publicate ca fenomene excepționale prezente la vârste înaintate) [53,54,55,56,57,11,58,59,60]. Omentul mare, inserat pe colonul transvers, îl poate atrage spre zona herniară, fiind al doilea organ angajat (forma de V inversat în imagerie – [61,78]), posibil urmat și de alte organe (pancreas, stomac, intestin subțire). Arcadele conjunctive de pe fața abdominală a PAD pot fi suprapuse pe această față (rol de întărire) sau pot fi în planul PAD, când edifică arcadele situate în baza triunghiului Larrey, care *nu sunt nici normale și nici prezente constant* la toate persoanele (contrar celor susținute în literatură de Thevenet A, 1954; 1956; Guerrier Y și col., 1954; 1954; 1955; Vanvooren P, 1964; Perrotin J și col., 1965, etc. [15,16,62,63,17,19,1]).

În partea posterioară a D, baza triunghiului

Bochdalek este arcada mușchiului pătrat al lombelor (ligamentul arcuat lateral), care se inseră medial pe procesul transvers al vertebrei L1 și lateral pe coasta a 12-a. Există două forțe principale (pe lângă cele enumerate mai sus), care contribuie la edificarea acestei arcade: variațiile unghiului costovertebral datorate mișcărilor respiratorii și forțele dezvoltate de contracțiile fasciculelor musculare ale D. Ca și în PAD, și aici grăsimea retroperitoneală poate hernia spre torace prin triunghiul Bochdalek, edificând orificii D dobândite [64].

Diafragma *normală* este un **sept musculo-aponevrotico-seros toraco-abdominal ermetic**, adică nu prezintă spații, hiaturi, orificii, fante congenitale de comunicare între cele două cavități (excepție hiatul esofagian, hiatul aortic, orificiul venei cave inferioare și unele orificii mici pentru trecerea unor vase și nervi). Este de subliniat faptul că prin zonele slabe (triunghiul Larrey), se pot crea depresiuni (etichetate orificii în PAD) inițiate și ocupate de grăsimea preperitoneală acumulată în jurul arterelor preperitoneale, urmate de omentul mare, colonul transvers etc., la fel ca și prin triunghiul Bochdalek (grăsimea retroperitoneală) [53,54,61,65,5,66,67]. Pentru formarea unor *hernii diafragmatice dobândite, netraumatice*, trebuie să se îndeplinească unele condiții: să fie prezente triunghiurile amintite; să fie suficient de mari ca dimensiuni; să prezinte o structură predominant conjunctivă; obezitate; vârstă mai înaintată; factori favorizanți herniogeni; să lipsească anomalii asociate, caracteristice HDC, iar evoluția postoperatorie este bună și de lungă durată. Contrar, se poate afirma despre HD că sunt *congenitale*, când există un orificiu diafragmatic herniar, la o persoană de vârstă mai mică, însoțită de anomalii asociate (ex: hipoplazie pulmonară, hipertensiune pulmonară, fisuri sternale, omfalocel, boli cardiace congenitale, mal rotații intestinale, sindrom Fryns, pentalogia Cantrell, sindromul Down, anomalii cromozomiale etc.) [68,69,70,71,72,11,73]. Cu cât persoana este mai în vârstă, mai tarată (obezitate, tuse cronică, constipație cronică, eforturi fizice intense, fără antecedente traumatice etc.) și prezintă o HD (simplă, izolată) fără alte anomalii asociate și cu o evoluție postoperatorie bună și de lungă durată, aceasta poate fi *dobândită* [74,75]. Există HDC cu orificii mici, care se pot mări cu timpul, iar dacă se adaugă factori favoriozanți herniogeni, pot realiza HDC izolate, cu patogeneză dobândită, fapt ce complică și mai mult situația. Diagnosticul diferențial rămâne astfel extrem de dificil, cu toate progresele realizate de mijloacele de investigație actuale (imagerie). De ajutor pot fi *tehnicele pneumoperitoneale* practicate în unele situații [76,77,78,79,66].

CONCLUZII

1. Inserțiile periferice ale diafragmei pot fi reconsiderate prin prisma arhitecturii lor, ca o alternanță de "*stâlpi*" (fascicule musculare inserate pe suporturi dure-oase și cartilaje) și *arcade* (formează baza unor triunghiuri

cu structură mai alterată, echivalente din punct de vedere arhitectural; ex. triunghiul Larrey și Bochdalek).

2. Triunghiul descris de Larrey nu este identic cu hiatul descris de Morgagni. Primul este o arie triunghiulară potențial herniară (cale pentru pericardiocenteză în stânga), al doilea este un orificiu herniar (în dreapta), locul ocupat fiind aproximativ același.

3. Triunghiul Bochdalek nu este identic ca origine și arhitectură cu orificiul pleuroperitoneal embrionar. Primul este o arie potențial herniară, cu baza la periferia diafragmei; al doilea poate avea diferite localizări (posterolateral, lateral, la nivelul cupolei etc.) și diferite dimensiuni (de la neglijabil, până la absența totală a unei hemidiafragme).

4. Prin baza triunghiului Larrey (când există) trece artera preperitoneală, a treia ramură (medială) a arterei toracice/mamare interne, constantă, pereche, în jurul căreia se poate acumula grăsime preperitoneală, cu rol în producerea unor hernii diafragmatice dobândite, graduate, de slăbiciune, netraumatice (nerecunoscute ca entități în literatura consultată). Această arteră este, fie confundată cu artera epigastrică superioară, fie inexistentă în publicațiile consultate.

5. Rămâne dificil diagnosticul diferențial între o hernie congenitală izolată și una dobândită, netraumatică. Pot exista orificii herniare diafragmatice izolate, congenitale, neînsoțite de alte anomalii, ca și orificii herniare dobândite, netraumatice, care firesc nu sunt asociate cu alte anomalii. Ar trebui standardizate caracteristicile herniilor diafragmatice congenitale și dobândite netraumatice, fără să se țină cont prea mult de localizarea și chiar dimensiunile orificiilor diafragmatice. Ar putea intra în discuție vârsta (nu totdeauna esențială), lipsa unui traumatism în antecedente, existența sau lipsa unor anomalii (morfologice, cromozomiale, genetice); asociate ar putea fi de interes major, prezența și structura sacului herniar, evoluția postoperatorie bună și de lungă durată, mai ales la persoane în vârstă, ar înclina spre o etiologie dobândită.

6. Cu cât o hernie diafragmatică este descoperită la vârstă mai tânără, ar putea fi congenitală și cu cât este descoperită la o persoană mai vârstnică, șansele de a fi dobândită, de slăbiciune, sunt mai mari. Desigur, nici acest mod de apreciere nu poate fi absolutizat.

7. Pentru a oferi clinicii (imageriei, chirurgiei) un *suport anatomic* cât mai exact, ar trebui îndeplinite două condiții: a) să se pună la îndoială cele prezentate în literatură, mai ales acolo unde există abundență de opinii, deseori contradictorii sau prea speculative și b) să se efectueze verificări personale pe un număr mare de cazuri, care pot aduce date chiar inedite, utile clinicii și pacienților.

8. Diafragma, fiind un organ viu, supusă acțiunii unui mare număr de forțe, pe lângă forțele dezvoltate de contracțiile sale, ritmice, intermitente, va suferi modificări mecanostructurale și arhitecturale, din care unele vor întări o anumită zonă, dar mai ales altele, adăugate biologiei vârstei persoanei respective, vor altera unele arii, transformându-le

în adevărate zone herniare dobândite, de slăbiciune.

9. Descrierea inserțiilor clasice periferice ale diafragmei, rămâne valabilă, cu condiția să fie corecte și corect înțelese ca mod de apariție și existență. Arhitectura inserțiilor periferice nu face altceva decât să interpreteze corect existența unor structuri (stâlpi și arcade) în condițiile integrării lor în diafragmă ca organ, în relație morfofuncțională cu elementele anatomice vecine și a interacțiunii forțelor interioare și exterioare la care este supusă.

10. Arhitectura părții posterioare, mai ales a componentei vertebrale, este determinată mai ales de modul de dezvoltare a acestei părți și întreținută de jocul celorlalte forțe, implicate în modelarea biologică a diafragmei.

11. Comparând anatomia PAD a omului (biped), cu partea ventrală a diafragmei la patrupede, se constată că PAD la om este mult mai subțire (1-2 mm), față de 1-2 cm la patrupede. Acest fapt transformă PAD într-o zonă slabă, potențial herniară, ce se încadrează în fenomenul general de neadaptare perfectă la statica bipedă, pe lângă multe alte modificări apărute ca urmare a adoptării stațiunii bipede de către om.

Bibliografie

- Perrotin J, Moreaux J. Chirurgie du diaphragme. Masson& Cie. Editeurs, Paris, 1965: 11-12; 57-63.
- Hollinshead WH. Anatomy for surgeons. Thorax, abdomen and pelvis. Sec.Ed, vol II, Harper& Row, New York, 1971: 1-40.
- Papilian V. Anatomia Omului. Ed V-a, Vol. I, Ed Did și Ped, București, 1974; 249-251.
- Williams PL, Warwick R, Mary Dyson, Bannister LH, Gray's Anatomy. 37th Ed, Churchill Livingstone, Edinburgh, 1989: 592-594; 1128-1130.
- Grigorescu Sido Fr. Anatomia clinică a diafragmei. Ed. Dacia Cluj, 1990: 193-202.
- Testut L, Latarjet A. Traite d'Anatomie humaine. VII Ed, T I, Doin, Paris, 1928: 120-127; 995-1010.
- Panicek DM, Benson CB, Gottlieb RH, Heitzman ER. The diaphragm: Anatomic, pathologic, and radiologic considerations. RadioGraphics, 1988; 8(3): 385-425.
- Ballon HC. An historical consideration of the diaphragm. Jour. Thoracic Surg., 1941; 10: 576-589.
- Devin R, Lataste J, Maillet P, în Patel F, Leger L. Nouveau traite de technique chirurgicale. Masson, Paris, T X, 1968: 532-561.
- Albu I, Grigorescu Sido Fr, Roth HK. Die Vordere Parietophrenische Region. Verh. Anat. Ges., 1980; 74: 817-819.
- Arráez-Aybar LA, González-Gómez CC, Torres-García AJ. Morgagni-Larrey parasternal diaphragmatic hernia in the adult. Rev Esp Enferm Dig (Madrid), 2009;101 (5): 357-366.
- Testut L, Jacob O, Traite d'Anatomie topographique. V Ed, T I, Doin, Paris, 1929: 834-842.
- Rives JD, Baker DD. Anatomy of the attachments of the diaphragm: their relation to the problems of the surgery of diaphragmatic hernia. Annals of Surgery, 1942, 115 (5): 745-755.
- Sommelet J, Brunotte J. Contribution anatomique de la fente de Larrey. Compt Rend Assoc Anat, 1953; 75: 677-680.
- Thevenet A. L'angle cardio-phrenique anterieur du mediastin. Sa pathologie graisseuse. Montp Med, 1956; 50 (2): 180-193.
- Thevenet A. Larrey's fissure anatomy of the hernial orifice in Morgagni hernias. (La fente de Larrey. Anatomie de l'orifice herniare dans les hernies de Morgagni), Montp Med., 1954; 46 (3-4): 185-191.
- Guerrier Y et Thevenet A. La region diaphragmatique anterieure. Compt Rend Ass Anat, XLII Reunion, Paris, 1955: 620-633.
- Ruggeri E. Anatomical structure of the sternal part of the diaphragm and Morgagni-Larrey's hernia. Policlinico Chir, 1956; 63 (4): 205-214.
- Vanvooren P. Les insertion anterieures du diaphragme. These, Lille, 1964.
- Minne J, Vanvooren P. The anatomical bases of retroxiphoid hernias; so-called "Hernias of Larrey's cleft". Lille Chir, 1965; 20: 60-67.
- Minne J, Vanvooren P, Depreux R. Variation morphologique de la region diaphragmatique anterieur. Compt Rend Ass Anat, 1966; 133: 732-739.
- Restrepo CS, Eraso A, Ocazionez D, Lemos J, Martinez S, Lemos DF. The diaphragmatic crura and retrocrural space: Normal imaging appearance, variants and pathologic conditions. RadioGraphics, 2008; 28:1289-1305.
- Low A. A note on the crura of the diaphragm and the muscle of Treitz. J Anat Physiol, 1907; 42 (1): 93-96.
- Collis JL, Kelly TD, Wiley AM. Anatomy of the crura of the diaphragm and the surgery of hiatus hernia. Thorax, 1954; 9:175-189.
- Collis JL, Satchwell LM, Abrams LD. Nerve supply to the crura of the diaphragm. Thorax, 1954; 9 (1): 22-25.
- Sery Z, Kralik J. Muscular structure of the hiatal part of the diaphragm. Acta Anat (Basel), 1957; 31 (1): 136-150.
- Marchand P. The anatomy of esophageal hiatus of the diaphragm and the pathogenesis of hiatus herniation. J Thorac Surg, 1959; 37(1): 81-92.
- Delattre JF, Palot JP, Ducasse A, Flament JB, Hureau J. The crura of the diaphragm and diaphragmatic passage. Applications to gastroesophageal reflux, its investigation and treatment. Anat Clin, 1985; 7 (4): 271-283.
- Michihiro Kawada, Gen Murakami, Toshiyuki Yajima, Toshio J Sato, Shunji Mizobuchi, Shiro Sasaguri. Potential foramen to allow communication between the pleural cavity and retroperitoneal space during laparoscopic surgery: a cadaver study of Bochdalek's triangle. Surgicai and Radiologic Anatomy, 2007; 29 (2): 105-113.
- Keith A. The nature of the mammalian diaphragm and pleural cavities [(Read before the Anatomical Society of Great Britain and Ireland, Nov. 1904, VOL. XXXIX. (N.S. VOL. XIX.) APR. 1905)].
- Milroy P, Kanagasuntheram R. The congenital diaphragmatic hernia of Bochdalek, Thorax, 1957; 12: 203-207.
- Adams EW, Morgagni GB. Founders of modern medicine: Giovanni Battista Morgagni. (1682-1771). Med Library Hist J, 1903;1 (4): 270-277.
- Castiglioni A. G. B. Morgagni and the anatomico-pathological conception of the clinic. Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1934; Vol. XXVIII: 375-378.
- Bertolini A, Villa Venzano G, Sarra G, Romagnoli G. Morgagni-Larrey hernia in childhood. Clinical contribution and review of literature (L'ernia di Morgagni-Larrey nell'infanzia). Minerva Pediatr, 1969; 21 (36): 1659-1684.
- Crellin J. Selected items from the history of pathology: Giovanni Battista Morgagni (1682-1771). Am J Pathol. 1979; 95 (1): 98.

36. Prichard R. Selected items from the history of pathology, *Am J Pathol*, 1979; 97 (2): 358.
37. Lazzarin P, Pasero G, Marson P, Cecchetto A, Zanchin G. L'arterite di Takayasu. Una breve sintesi della letteratura e qualche riflessione sopra un possibile caso descritto da Giovanni Battista Morgagni (1761)*, Takayasu's arteritis. A concise review and some observations on a putative case reported by Giovanni Battista Morgagni (1761). *Reumatismo*, 2005; 57 (4): 305-313.
38. Zani A, Cozzi DA. Giovanni Battista Morgagni and his contribution to pediatric surgery. *J Pediatr Surg*, 2008; 43(4):729-733.
39. Robb JC. Baron Larrey (1766-1842). Napoleon's chief surgeon and his times. *Ulster Med Journ*, 1952; 21 (2): 101-113.
40. Brewer LA 3rd. Baron Dominique Jean Larrey (1766-1842). Father of modern military surgery, innovator, humanist. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1986, 92 (6): 1096-1098.
41. Haas LF. Dominique Jean Larrey (1766-1842). *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1994; 57 (2): 133.
42. Skandalakis PN, Lainas P, Zoras O, Skandalakis JE, Mirilas P. "To afford the wounded speedy assistance": Dominique Jean Larrey and Napoleon. *World J Surg*, 2006; 30: 1392-1399.
43. Mirskii MB. An outstanding field surgeon (devoted to the 240th anniversary of D. Larrey's birth). *Voen Med Zh.*, 2007; 328 (1): 75-79.
44. Moog FP. Jean Dominique Larrey and a paradoxical charity postage stamp. *Wurzburg Medizinhist Mitt*, 2008; 27: 225-239.
45. Wood MM. Dominique-Jean Larrey, chief surgeon of the French Army with Napoleon in Egypt: notes and observations on Larrey's medical memoirs based on the Egyptian campaign. *Can Bull Med Hist.*, 2008; 25 (2): 515-535.
46. Munroe AR. Baron Larrey-Surgeon general to Napoleon's army. *Can MAJ*, 1943; 48: 145-148.
47. Richardson RG. Larrey - what manner of man? *Proc R Soc Med*, 1993; 50 (9): 490-494.
48. Loukas M, El-Sedfy A, Shane Tobbs R, Gribben WB. Vincent Alexander Bochdalek (1801-1883). *World J Surg*, 2008; 32: 2324-2326.
49. Cech P, Kachlik D. 175-th anniversary of Bochdalek's inaugural dissertation. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*, 2009; 153 (1): 83-86.
50. Haller JA Jr. Professor Bochdalek and his hernia: then and now. *Prog Pediatr Surg*, 1986; 20: 252-255.
51. Kachlik D and Cech P. Vincenz Alexander Bochdalek (1801-1883): Some Remarks to the Article Dedicated to His Jubilee. *World Journ of Surgery*, 2009; 34 (5): 1134-1135.
52. Kachlik D and Cech P. Vincenz Alexander Bochdalek (1801-1883). *J Med Biogr*, 2011; 19 (1): 38-43.
53. Warwick Brown R. A case of bilateral parasternal diaphragmatic hernia. *Thorax*, 1952; 7: 266-269.
54. Warwick-Brown R. A case of retrosternal diaphragmatic hernia. *Thorax*, 1953; 8: 162-163.
55. Akihiko Sugimura, Jun-ichi Kikuchi, Masatoshi Satoh, Masahiko Ogata, Hiroshi Inoue, Tamotsu Takishima. Bilateral Bochdalek hernias in an elderly patient diagnosed by magnetic resonance imaging. *Internal Medicine*, 1992; 31 (2): 281-283.
56. Loong T, Kocher H. Clinical presentation and operative repair of hernia of Morgagni. *Postgrad Med J*, 2005; 81 (951): 41-44.
57. Colakoğlu O, Hacıyanlı M, Soytürk M, Colakoğlu G, Şimşek I. Morgagni hernia in an adult: atypical presentation and diagnostic difficulties. *Turk J Gastroenterol.*, 2005; 16 (2): 114-116.
58. Schumacher L, Gilbert S. Congenital diaphragmatic hernia in the adult. *Thorac Surg Clin*, 2009; 19 (4): 469-472.
59. Kamran S. Hamid, Surjit S. Rai, Joaquin A. Rodriguez. Symptomatic Bochdalek hernia in an adult. *JSLs*, 2010; 14: 279-281.
60. Menditto VG, Cavicchi A, Marchetti G, Marzoni M, Braccioni F, Polonara S. Hernia of Morgagni and mediastinal lipoma: A case report. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2011; 17: 77-80.
61. Rowles DF, Crenshaw GL. Diaphragmatic herniation through the space of Morgagni. *California Medicine*, 1953; 78 (5): 461-464.
62. Guerrier Y, Thevenet A. Les insertion anterieur du diaphragme. *Compt Rend Assoc Anat, Genes, Reunion XLI*, 1954: 807-812.
63. Guerrier Y, Thevenet A. Sheaths of the rectus muscle in the thoraco-abdominal region (La gaine des muscles droits dans la region thoraco-abdominale). *Montp Med*, 1954; 46 (3-4): 181-184.
64. Kamiyoshihara M, Kawashima O, Ishikawa S, Morishita Y. Retroperitoneal lipoma through the foramen of Bochdalek detected as a mass of chest roentgenogram: report of a case. *Kyobu Geka*, 1999; 52 (13): 1141-1143.
65. Chin EF, Duchesne ER. The parasternal defect. *Thorax*, 1955; 10: 214-219.
66. Coulomb M, Ferretti G, Thony F, Paramelle P-J, Craighero S, Bricault Y. Imagerie du diaphragme et de sa région chez l'adulte. *Feuilles de Radiologie*, 2001; 41 (2): 99-144.
67. Gaerte SC, Meyer CA, Helen T. Winer-Muram, Tarver RD, Conces DJ Jr. Fat-containing lesions of the chest. *RadioGraphics*, 2002; 22: S61-S78.
68. Reese HE and Stracener CE. Congenital defects involving the abdominal wall, sternum, diaphragm and pericardium: case report and review of embryologic factors. *Ann Surg*. 1966; 163 (3): 391-394.
69. Jesudason EC. Challenging embryological theories on congenital diaphragmatic hernia: future therapeutic implication for pediatric surgery. *Ann R Coll Surg Engl*, 2002; 84 (4): 252-259.
70. Bielinska M, Jay PY, Erlich JM, et al. Molecular genetics of congenital diaphragmatic defects. *Ann Med*, 2007; 39 (4): 261-274.
71. Pober BR. Overview of epidemiology, genetics, birth defects, and chromosome abnormalities associated with CDH. *Am J Med Genet C Semin Med Genet*. 2007; 145C (2): 158-171.
72. Pober BR. Genetic aspects of human congenital diaphragmatic hernia. *Clin Genet*, 2008; 74 (1): 1-15.
73. Tovar JA. Congenital Diaphragmatic Hernia. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 2012; 7: 1-15.
74. Plane P, Ronceray J. Les hernies diaphragmatiques anterieures de l'adulte. A propos de 8 cas. *J Chir*, 1970; 100 (5): 387-398.
75. Garófano-Jerez JM, López-González JdD, Valero-González A, Valenzuela-Barranco M. Posterolateral Bochdalek diaphragmatic hernia in adults. *Rev Esp Enferm Dig (Madrid)*, 2011; 103 (9): 484-491.
76. Balmes A, Thevenet A. Pneumomediastinum by retroxiphoid route. *Poumon*, 1954; 10 (5): 385-393.
77. Balmes A, Salager J, Thevenet A, Taillade J. Epiplocele of Larrey's space; diagnostic problems. *Montp Med.*, 1954; 45 (4): 388-392.
78. Balmes A, Paleirac R, Thevenet A. Gas contrast in diagnosis of epiplocele of Larrey's cleft (Le contraste gazeux dans le siagnostic de l'epiplocele de la fente de Larrey). *Arch Mal Appar Dig*, 1955; 44 (2): 142-157.
79. Balmes A, Thevenet A. Opacities of the right thoracic base. *Sem Hop*, 1955; 31 (41): 2428-2440.