

ROLUL ECOGRAFIEI ÎN EVALUAREA PATOLOGIEI NEUROMUSCULARE

**Daniel Alexa, Oana Arhire, Cristian Dinu Popescu,
UMF „Grigore T. Popa” Iași, Spitalul Clinic de Recuperare Iași**

Rezumat

Ecografia musculară a dobândit un loc important în diagnosticul și managementul diferitelor afecțiuni neuromusculare datorită avantajelor sale (ușor de efectuat, ieftină, neinvazivă, repetabilă, nu necesită expunerea la radiații și poate fi efectuată și în dinamică). Deși, nu există studii pe serii mari de pacienți fiecare afecțiune neuromusculară prezintă modificări specifice la examenul ecografic ce pot fi utile pentru diagnosticul diferențial. Lucrarea de față își propune să treacă în revistă posibilitățile și limitările ultrasonografiei și valoarea sa în evaluarea patologiei neuromusculare.

Summary. The role of ecography in evaluation of neuromuscular pathology

Muscular ultrasound has gained a significant place in the diagnosis and management of various muscular disorders due to its several advantages (being convenient, inexpensive, noninvasive, repeatable, providing dynamic imaging and not requiring any exposure to radiation). Although not investigated in large series of patients, different neuromuscular disorders tend to show specific changes on muscle ultrasound, which can be helpful in differential diagnosis. This work reviews the possibilities and limitations of ultrasound in muscle imaging and its value as a diagnostic tool in neuromuscular disorders.

Introducere

În mod tradițional diagnosticul bolilor musculare s-a sprijinit pe tabloul clinic combinat cu examenul microscopic al unui fragment de țesut. Și în prezent biopsia musculară rămâne metoda de referință pentru diagnosticul de certitudine în patologia musculară dar există și alte variante de explorare imagistică ce permit obținerea de informații prețioase privind morfologia și arhitectura internă a mușchiului. Dintre tehnicile testate doar scintigrafia, computer-tomografia, rezonanța magnetică și ultrasonografia sunt utilizate în practica curentă.

Pirofosfații marcați radioactiv (Tc 99-pirofosfat) au o mare afinitate pentru mușchii lezați și pot fi utilizați pentru obținerea de imagini. Scintigrafia se aplică, mai ales, în miopatii inflamatorii și în distrofii. Prin calcularea raportului dintre cantitatea de radioizotop absorbită de mușchiul lezat și de țesutul osos sănătos se obține un index care este util pentru monitorizarea progresiei bolii și răspunsul la tratament, mai ales, în polimiozită [1].

Computer-tomografia măsoară densitatea radiologică în unități Hounsfield și prin determinarea compoziției tisulare poate delimita țesutul muscular normal de cel afectat. Spre exemplu mușchiul normal conține sub 10% țesut adipos dar în distrofii acesta poate ajunge până la 90%. Scanarea CT aduce informații privind distribuția leziunilor musculare oferind astfel indicii privind cauza bolii așa cum se întâmplă în sindroamele radiculare unde atrofia musculară are un caracter selectiv [1].

Imagistica prin rezonanță magnetică oferă informații foarte detaliate privind structura internă a mușchiului. Cu ajutorul acesteia se pot depista precoce modificări subtile, focale ale morfologiei musculare și se poate urmări evoluția acestora în timp. Creșterea conținutului muscular de apă detectat cu ajutorul rezonanței magnetice poate reflecta posibile procese degenerative și regenerative anterioare înlocuirii cu țesut adipos [1].

Față de metodele imagistice descrise mai sus, ecografia are unele avantaje. Poate oferi imagini atât statice, cât și în timp real, este ieftină, repetabilă, nu este riscul expunerii la radiații ionizante și permite interacțiunea cu pacientul pe toată perioada examinării.

Principii teoretice și practice ale ecografiei

Ecografia se bazează pe emiterea și recepția de unde sonore cu o frecvență mai mare decât pragul auditiv al urechii umane de către un cristal piezoelectric situat în interiorul unei sonde sau transductor. Ultrasunetele străbat structuri cu compoziții diferite și sunt reflectate la interfața dintre materialele cu impedanțe acustice diferite [2]. Ecografia musculosche-

letală este realizată utilizând o scală de gri-uri în care imaginea este produsă într-un format alb-negru fiecare punct corespunzând unei unde reflectate. Intensitatea acestui punct depinde de structura materialului care reflectă unda. Astfel, cu cât țesutul respectiv este mai dens cu atât este mai reflectogen și imaginea de pe ecran va apare mai albă (țesutul osos este cel mai ecogen). Pe de altă parte apa reflectă cel mai puțin undele și va apare pe ecran colorată în negru. Reflectivitatea undelor este influențată de doi factori: impedanța acustică a materialelor și unghiul de incidență al undelor. Impedanța acustică este determinată de densitatea țesutului și de viteza de propagare a undelor sonore prin mediul respectiv [1]. În funcție de intensitatea ecoului imaginile pot fi clasificate în trei categorii: anecogene sau transsonice (structuri cu conținut ridicat de apă care nu reflectă ultrasunetele), hipocogene (o suprafață cu intensitate a ecoului mai mică în comparație cu o structură adiacentă) și hiperogene (formațiuni cu conținut scăzut de apă care au o intensitate a ecoului mai mare în comparație cu o structură adiacentă) [3].

Transductorul (sonda) este o componentă esențială a echipamentului ecografic și are rolul de a genera fasciculul de ultrasunete și de a recepționa undele reflectate. În prezent sunt disponibile pentru ecografia musculoscheletală transductoare liniare cu frecvența între 7,5 și 13 MHz în funcție de localizarea mușchiului. La pacienții obezi sau la examinarea unor grupe musculare profunde se utilizează sonda de 5 MHz pentru o mai bună penetranță a fasciculului sonor.

Examinarea ecografică a mușchilor se realizează inițial în repaus efectuându-se secțiuni transversale și longitudinale, cu transductorul menținut perpendicular pe fibrele musculare și alunecând încet pe suprafața de examinat. Apoi se examinează în timpul contracțiilor izometrice urmărind modificările suferite de mușchi [4].

Aspect ecografic normale

Țesutul muscular normal apare ca o structură cu ecogenitate scăzută. Mușchiul este divizat de către septuri hiperecogene reprezentând perimisiumul care înconjoară și delimitează fasciculele musculare. Astfel, în secțiune transversală (fig. 1a), mușchiul are un aspect pătat (puncte strălucitoare pe un fond întunecat – “noapte înstelată”) iar în secțiune longitudinală (fig. 1b) se observă linii hipocogene paralele formând structuri liniare sau oblice (penate). Imaginea ecografică a mușchiului este ușor de identificat și de deosebit de structurile din jur cum ar fi țesut adipos subcutanat, os, nervi sau vase sanguine. Delimitarea periferică a mușchiului este vizibilă clar deoarece epimisiumul care înconjoară mușchiul este o structură foarte ecogenă. La persoanele sănătoase semnalul

ecografic al osului este foarte puternic determinând formarea unui con de umbră care împiedică vizualizarea structurilor subiacente. Țesutul adipos subcutanat are o ecogenitate scăzută dar poate fi traversat de câteva septuri hiperecogene. Nervii și tendoanele sunt relative hiperecogene comparative cu mușchii sănătoși în timp ce vasele sanguine sunt hipo sau anecogene [5].

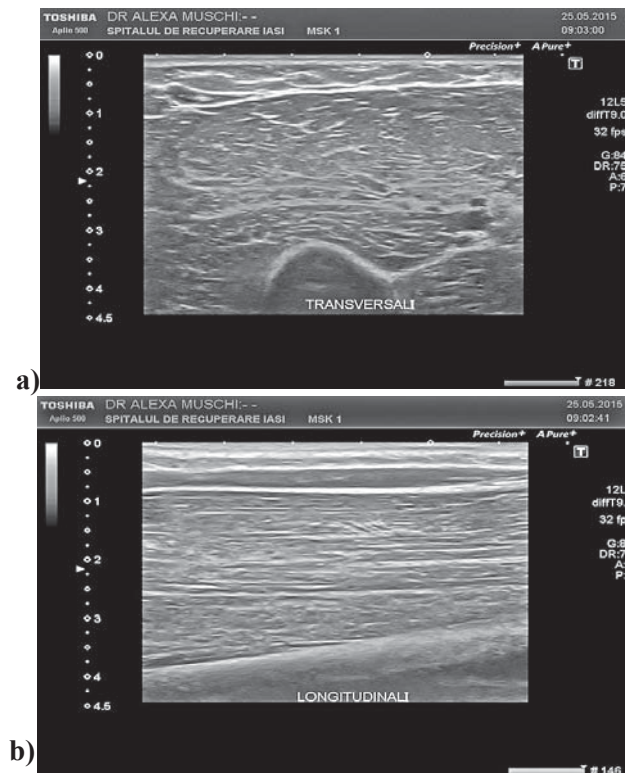


Fig. 1. Ecotextura unui mușchi normal. a. Secțiune transversală cu puncte și linii scurte strălucitoare pe fond hipoecon. b. secțiune longitudinală cu septuri fibroadipoase hiperecogene alternând cu țesut contractil hipo/anecogen

Modificări patologice

Avantajul major al ecografiei îl reprezintă lipsa iradierii situând această metodă pe prima poziție în privința evaluării copiilor. Ecografia permite și examinarea în dinamică a mușchiului și poate vizualiza activitatea musculară patologică (de ex fasciculații) [6]. Una din limitările utilizării ecografiei o reprezintă dificultatea vizualizării mușchilor profunzi, mai ales, atunci când mai multe grupe musculare se suprapun. Un alt dezavantaj îl reprezintă dependența ridicată de operator, necesitând experiență și o tehnică de examinare strict standardizată (utilizarea unor repere anatomice evidente). În ciuda acestor neajunsuri, ultrasonografia poate fi utilizată cu încredere pentru măsurarea grosimii mușchilor și a intensității semnalului ecografic. Prin aprecierea ecogenității se pot detecta modificări patologice sau legate de vârstă ale mușchiului striat cum este cazul distrofiilor unde

apare degenerarea grăsoasă și fibrele musculare sunt înlocuite cu țesut conjunctiv. Acumularea de grăsime în interiorul mușchiului asociată cu fibroză și un grad de inflamație determină apariția de noi interfețe care vor reflecta ultrasunetele și vor crește pe de o parte ecogenitatea musculară iar pe de alta vor scădea abilitatea undelor sonore de a penetra și de a vizualiza structurile situate în profunzime. Imaginea devine mai încheșată și mai omogenă, se pierde distincția dintre fasciculele musculare și septurile fibroadipoase și chiar delimitarea dintre țesutul muscular și os devine mai ștearsă și mai imprecisă ajungând până la mascarea (umbrirea) completă a osului. Pentru a cuantifica gradul de degenerescență grăsoasă au fost imaginate câteva scale printre care și scorul Heckmatt exemplificat în fig. 2 și în tabelul 1.

Tabelul 1

Scorul Heckmatt: scala vizuală de clasificare a intensității ecourilor musculare

Grad	Aspect ecografic
Grad I	Normal
Grad II	Creșterea ecogenității musculare cu păstrarea distinctă a ecourilor osoase
Grad III	Creșterea marcată a ecogenității musculare cu estomparea ecourilor osoase
Grad IV	Ecouri musculare foarte intense cu absența ecourilor osoase

Distrofiile musculare

Primele descrieri ale modificărilor musculare vizualizate ecografic în bolile neuromusculare au fost la pacienții cu distrofie musculară Duchenne. În fazele preclinice ecografia poate fi normală, dar o dată cu primele manifestări clinice aproape la toți pacienții imaginile ultrasonografice sunt modificate, evidențiind dimensiuni (grosimea) musculare normale dar cu creșterea ecogenității. La nivelul mușchilor afectați imaginea este omogenă, cu o distribuție fin granulară a hiperecogenității așa cum se poate vedea în figura 3 a. Mușchii proximali prezintă cele mai mari valori ale intensității ecografice, care în fazele avansate pot fi atât de ridicate, încât pot masca osul subiacent. Modificări similare au fost raportate și la pacienții cu distrofie Becker sau cu distrofie forma centurilor (fig. 3b), severitatea modificărilor ultrasonografice corelându-se cu vârsta și cu severitatea tabloului clinic [3].

Bolile neuronului motor

Atrofia musculară spinală determină o scădere severă a volumului muscular vizibilă prin ultrasonografie și care se acompaniază de hiperecogenitate, deși în fazele precoce ultrasonografia poate fi normală. Intensitatea ecourilor are o distribuție neomogenă

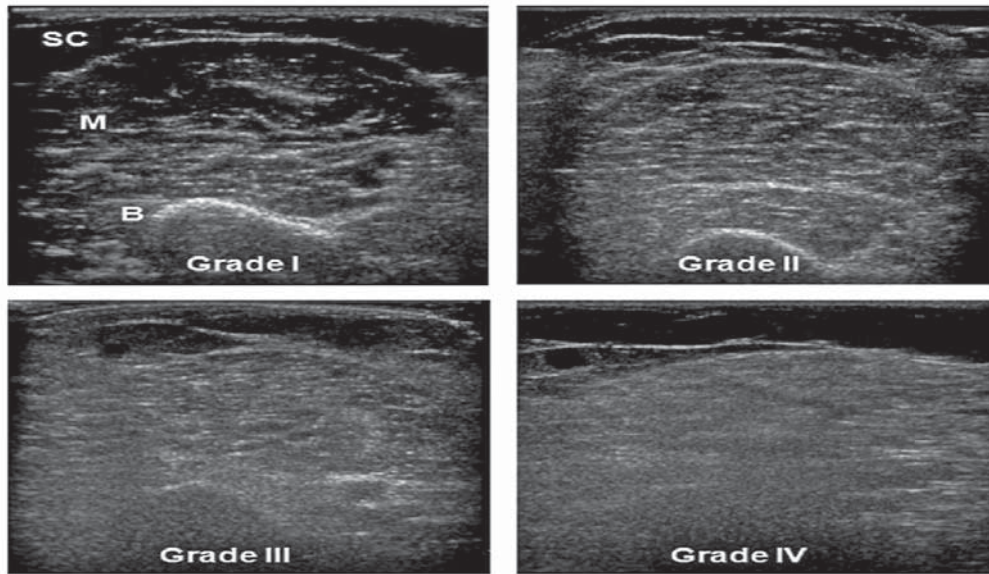


Fig. 2. Evaluarea ecografică a patologiei musculoscheletale utilizând scorul Heckmatt.

Gradul I – aspect normal al mușchiului (M) încadrat de țesut subcutanat (SC) și os (B)

Gradul II – ușoară hiperecogenitate musculară cu păstrarea reflecției osoase

Gradul III – hiperecogenitate musculară moderată cu reducerea ecourilor osoase

Gradul IV – hiperecogenitate musculară marcată cu dispariția ecourilor osoase.

corespunzând alternanței ariilor cu fibre atrofiate (arii strălucitoare, albe) cu arii cu fibre hipertrofiate (arii negre), așa cum se constată și pe speciemenle de biopsie. Structurile care se evidențiază în mod normal la nivelul mușchiului (ex fascia centrală în dreptul anterior) adeseori nu sunt vizibile. La pacienții cu intensitatea ecourilor moderat crescută delimitarea marginilor musculare este clară, dar se estompează și chiar dispare la cei sever afectați. Ecourile osoase sunt păstrate sau doar ușor diminuate [7].

Ultrasonografia la pacienții cu scleroză laterală amiotrofică relevă deasemeni scăderea volumului muscular (fig. 4), asocierea scăderii grosimii mus-

culare cu hiperecogenitate și prezența extensivă a fasciculațiilor chiar în fazele precoce ale bolii. Potențialele de fibrilație reprezintă depolarizări spontane ale fibrelor musculare care determină contracția acestora și care indică pierderea contactului cu axonul care îi inerva. Aceste potențiale de fibrilație pot fi evidențiate prin electromiografia cu ac, o tehnică invazivă și uneori inconfortabilă. Ecografele moderne dispun de o foarte bună rezoluție spațială și temporală care, deși nu sunt încă suficiente pentru a vizualiza fibrele musculare individuale, pot detecta deformările induse de fibrilațiile țesutului conjunctiv înconjurător sub forma unor oscilații neregulate

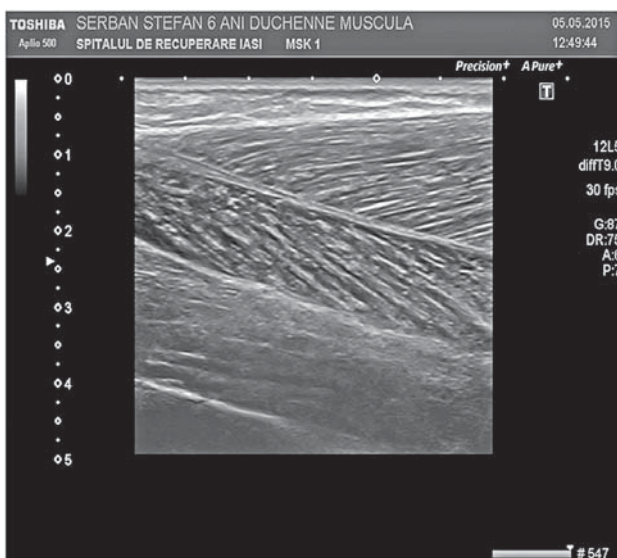
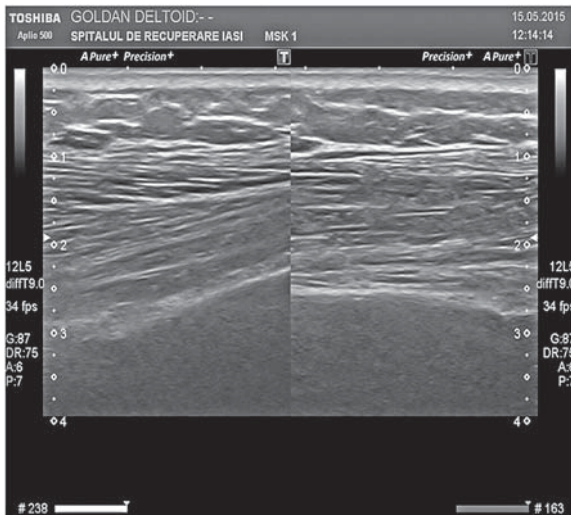


Fig. 3. a. Pseudohipertrofia gambelor la un pacient cu distrofie musculară Duchenne. Se observă creșterea moderată a ecogenității mușchiului solear.



3. b. Omoplat "înariplat" la un pacient cu distrofie musculară forma centurilor
Ecogenitate crescută a mușchiului deltoid.

în toate direcțiile cu păstrarea intactă a formei generale a mușchiului.

La pacienții suspecți de SLA diagnosticul este cu atât mai probabil cu cât sunt afectate mai multe regiuni ale corpului. Prin capacitatea de a detecta fasciculațiile și creșterea fibrozei musculare, primele semne ale degenerării neuronului motor periferic, ultrasonografia aduce argumente suplimentare pentru susținerea diagnosticului în faze precoce la pacienții cu o afectare mai limitată [8].

Miopatii inflamatorii

În miopatiile inflamatorii ultrasonografia detectează modificări specifice. Apar alterări focale cu ecogenitate crescută ce fac posibilă diferențierea de alte miopatii. În faza acută a miopatiilor inflamatorii este prezent edemul ce determină o ușoară creștere în grosime a mușchiului și o ușoară sau moderată creștere a ecogenității (fig. 5). Pe măsură ce boala avansează mușchiul devine mai hiperecogen și grosimea musculară scade. În polimiozite atrofia musculară

și hiperecogenitatea sunt mai pronunțate de obicei la membrele inferioare în timp ce în dermatomiozită extremitățile superioare și inferioare sunt afectate în mod egal. Uneori pot fi observate calcificări subcutanate sau intramusculare. Miozita cu incluziuni prezintă cel mai ridicat grad de atrofia musculară comparativ cu alte miopatii inflamatorii și o creștere marcată a intensității ecoului [9].

Cu ajutorul ecografiei pot fi diagnosticate nu doar miopatia ci și fasciita inflamatorie, situație în care perimisiumul apare mai îngroșat. În fasciită delimitarea dintre țesutul muscular și țesutul conjunctiv înconjurător este mai imprecisă și deseori se asociază și o miozită a fibrelor adiacente, care prezintă o creștere a ecogenității [10].

Concluzii

Ultrasonografia reprezintă o variantă imagistică neinvazivă, cost eficient, care ar putea fi larg aplicată în patologia neuromusculară pentru a evalua morfologia musculară (atrofii, hipertrofii, modificări ale arhitecturii musculare). Ecografia reprezintă o metodă



Fig. 4. Diminuarea volumului muscular la un pacient cu scleroză laterală amiotrofică.



Fig. 5. Hiperecogenitate ușoară însoțită de edem la o pacientă cu polimiozită.

imagistică utilă, mai ales, în faza inițială a diagnosticării bolii, în special la copii. Detectarea modificărilor patologice ajută la ghidarea biopsiei musculare iar descrierea caracteristicilor implicării musculare poate ajuta la diagnosticul diferențial.

Bibliografie

1. Clague J.E., Roberts N., Gibson H., Edwards R.H. : Muscle imaging in health and disease, *Neuromuscul Disord.* 1995 May;5(3):171-8.
2. Ozçakar L., Tok F., De Muynck M., Vanderstraeten G.: Musculoskeletal ultrasonography in physical and rehabilitation medicine, *J Rehabil Med.* 2012 Apr;44(4):310-8.
3. Pillen S., Arts I.M., Zwarts M.J.: Muscle ultrasound in neuromuscular disorders, *Muscle Nerve.* 2008 Jun;37(6):679-93.
4. Fodor D.: Ecografie clinica musculoscheletala, *Editura Medicala Bucuresti* 2009.
5. Bianchi S., Martinoli C.: Ultrasound of the Musculoskeletal System, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg* 2007.
6. van Alfen N., Nienhuis M., Zwarts M.J., Pillen S.: Detection of fibrillations using muscle ultrasound: diagnostic accuracy and identification of pitfalls, *Muscle Nerve.* 2011 Feb;43(2):178-82.
7. Cartwright M.S., Walker F.O., Griffin L.P., Caress J.B. : Peripheral nerve and muscle ultrasound in amyotrophic lateral sclerosis, *Muscle Nerve.* 2011 Sep;44(3):346-51.
8. Lee C.D., Song Y., Peltier A.C., Jarquin-Valdivia A.A., Donofrio P.D.: Muscle ultrasound quantifies the rate of reduction of muscle thickness in amyotrophic lateral sclerosis, *Muscle Nerve.* 2010 Nov;42(5):814-9.
9. McNally E.G.: The development and clinical applications of musculoskeletal ultrasound, *Skeletal Radiol.* 2011 Sep;40(9):1223-31.
10. Bhansing K.J., van Rosmalen M.H., van Engelen B.G., Vonk M.C., van Riel PL, Pillen S.: Increased fascial thickness of the deltoid muscle in dermatomyositis and polymyositis: An ultrasound study, *Muscle Nerve.* 2015 Feb 5.