

## REFERÁTUM

### **A musculo-skeletalis ultrahang fejlődése és klinikai alkalmazása**

*E. G. McNally. Skeletal Radiol (2011) 40:1223–1231*

#### **A kezdeti évek**

A történet Európában kezdődött, 1880-ban, amikor is Pierre Curie felfedezte a piezoelektromos effektust. Az első, kereskedelmi forgalomban elérhető UH készülékek megjelenésére azonban az 1960-as évekig kellett várni.

Kezdetekben az UH elsősorban hasi, emlő, és szülészet-nőgyógyászati alkalmazásokban nyert teret. 1975-ben Zweymueller és Kratochwil [2] azonban már csont és lágyszövet tumorok UH diagnosztikájáról írt közleményt. 1976-ban az „American Journal of Obstetrics and Gynaecology” lapban jelent meg egy m. rectus abdominis hematoma kapcsán esetbeszámoló. Ez utóbbi még egy 2-3 MHz tartományban működő, B-módú eszközzel készített képeket mutatott be. A továbbiakban is elsősorban az izmok ábrázolása volt a musculo-skeletalis ultrahang (MSK UH) diagnosztika fókuszában (izom hematomák, hasfali tályogok, izom dystrophiák). Az 1980-as években jelentek meg először közlemények az inak, először is az Achilles-ín szakadásának [10] képi megjelenítéséről.

#### **A musculo-skeletalis ultrahang fejlődése**

Fontos mérföldkövet jelentett a lineáris transzducerek megjelenése. A fejlődésnek fontos eleme volt az is, hogy a lineárisan elhelyezett kristálysoportok elektronikus stimulálásával lehetővé vált, hogy a transzducerből kilépő sugárnyaláb frontja a transzducer felszínére merőleges legyen. Ez a MSK UH számára rendkívül fontos, mivel jelentős műtermékek származnak abból, ha az UH nyaláb a vizsgálandó struktúrához képest nem merőleges irányú. Ez az anizotrópiából származó műtermék az inak-szalagok esetében különös jelentőségű, a konvex transzducerek által alkotott szektor képből nem kiiktatható.

A második fontos fejlődési állomást az analógról digitális jelfeldolgozásra való átállás jelentette. Ez megkönnyítette a jel/zaj arány javítását, segítette a közeltéri fókuszálást, és a felbontás növelését. Megjelent a sugárnyaláb döntési funkció, a „beam steering”, ami az ívelt lefutású inak leképezését könnyíti meg. A panoráma funkció széles látómezővel ajándékoz meg bennünket. Több fókusz zónával a felbontás javul, s bár ezt a feldolgozási idő hosszabbodása árán érjük el, ez utóbbit a digitális feldolgozás egyre jobban rövidíti. Későbbi fejlődés terméke a „tissue harmonic imaging”, amely a szövet generálta felharmonikus echókat használja ki, illetve a „compound” mód, mely leginkább a közeltéri echók feldolgozását javítja szoftveres úton.

#### **Dinamikus ultrahang**

A MSK UH alapvető erénye, hogy a mozgásszerveket mind statikus helyzetben, mind kontrollált mozgás közben tudja vizsgálni. A kóros mozgás lehet például egy ín pattanása, amit semmilyen más képalkotó vizsgálat nem tud direkt módon kimutatni. Különböző struktúrák közötti súrlódás „impingement”-hez vezethet. Ezek közül legismertebb a subacromialis impingement, ebben az esetben a vastag subacromio-subdeltoid bursa a coraco-acromialis ív alatt súrlódik. Az inak bursalis felszíni rostjai a bursában lévő folyadéktól és synovitistól mozgás során elkülöníthetők. Ez segít a parciális, bursalis felszíni szakadások és bursitis elkülönítésében.

Egy másik fontos eszköz a kezünkben a „sonopalpatio”. A normál ín nem deformálható, de a degenerált, részlegesen szakadt ín már igen. A bursában vagy ízületben lévő folyadék deformálható, míg a synovitis nem, vagy csak kevésbé.

### **A véráramlás vizsgálata**

Az MSK UH számára a Power-Doppler jelentős fejlődést hozott. Az alacsony amplitúdójú áramlás megjelenítése révén kimutathatóvá vált a neoangiogenesis, ami a beteg panaszaival jó korrelációt mutat. Mindez a kisereket célzó terápiák, például a sclero-terápia kifejlődéséhez vezetett.

### **A jelen**

Arra a kérdésre, hogy mi a helye a MSK UH-nak a mozgásszervi diagnosztikában, a válasz nagyrészt attól függ, hogy hol vagyunk. A kérdést teljesen másként közelítik meg Észak-Amerikában vagy éppen Európa különböző országaiban. Németországban a MSK UH a klinikusok kezében van. Az Egyesült Királyságban a legtöbb MSK radiológus gyakorolja, de a klinikai társszakmák képviselői is. Észak-Amerikában az MR mellett csekély az MSK UH szerepe, amelyet részben finanszírozási szempontok, részben az oktatás nehézségei magyaráznak.

### **Váll**

A rotátor köpeny vizsgálata a leggyakoribb MSK UH indikáció.

Néhány, klinikailag jól meghatározott betegcsoport esetében (arthrosis, habituális ficam) az UH szerepe a kivizsgálási algoritmusban elhanyagolható.

Ezzel szemben impingement szindrómában az UH hasznos információval szolgál a terápiás döntés meghozatalában, mivel az ép és szignifikáns mértékben sérült ROK között különbséget tud tenni [16,17,18]. Természetesen az ízületet az UH nem tudja érdemben ábrázolni, de impingement esetében erre a legtöbbször nincs is szükség.

Mindezeket túl az UH vizsgálat intervenció, pl. anesztéziás teszt vezérlésére is használható (subdeltoid bursa).

### **Könyök**

A könyök fájdalom egyik leggyakoribb oka a közös flexor, illetve extensor inak tapadásának enthesopathiája, ami UH vizsgálattal jól kimutatható. Az UH előnye az MR vizsgálattal szemben, hogy segítségével képzőképző vezérelt beavatkozás, szteroid, autológ vér injekció végezhető. Ultrahang vizsgálattal kimutatható az ízületi folyadék, adott esetben pedig ízületi szabadtestek is detektálhatóak lehetnek. Természetesen az ízületi porc ultrahanggal kielégítően nem ábrázolható.

### **Csukló és kéz**

Ha klinikai vizsgálattal a differenciál diagnosztikai lehetőségek kellőképpen behatárolhatók, fokális fájdalom kivizsgálásában az UH hasznos lehet. Diffúz, kevésbé specifikus panaszok esetében azonban az MR a választandó vizsgálóeljárás. Gyakori alkalmazása az ultrahangnak ganglion, ín patológia, kisízületi synovitis kimutatása [20–23]. Az UH előnye az MR-rel szemben az inak dinamikus vizsgálata, ami műtét utáni állapotokban is hasznos lehet. Ultrahanggal a scapho-lunaris szalag dorsalis kötege nyugalomban és dinamikus feszítés alatt jól vizsgálható. Ezzel együtt a csukló belső szalagrendszerének, illetve a TFCC vizsgálatában az MR vizsgálat egyértelműen többet nyújt,

mint az UH. Az ujjak szalagrendszerének sérülése kapcsán általában nem szükséges képalkotó vizsgálat. Amennyiben mégis erre kerül sor, úgy az UH dinamikus tulajdonsága nagy segítség lehet a flexor „pulley”, az extenzor struktúrák, illetve a collateralis szalagok vizsgálatában [24, 25].

A kisízületek synovitisének UH vizsgálatával kapcsolatban számos közlemény jelent meg. Az ma már egyértelműen bizonyított, hogy mind az MR mind az UH érzékenysége megelőzi a hagyományos röntgen vizsgálatét synovitis és erosio detektálásában [26]. Az is bizonyított, hogy mindkét vizsgáló eljárással nagyobb érzékenységgel mutatható ki a synovitis, mint klinikai vizsgálattal. Az UH előnye, hogy egyszerre több régió (kezek, lábak) is vizsgálható, illetve, hogy adott esetben a beteg panaszai alapján a vizsgálat célzottá tehető. Az UH hátránya, hogy a teljes ízület nem tekinthető át.

### **Csípő**

A csecsemő csípő UH vizsgálat igen fontos indikáció. Korábban a dysplasia diagnózisa a klinikai vizsgálat során észlelhető subluxatio, luxatio alapján született meg. A dysplasiás, de stabil ízület esetén azonban klinikai tünet nincs, a röntgen megítélés pedig nem megbízható. Ultrahanggal a még nem csontosodott acetabulum és femur fej jól vizsgálható, s így ma már nem kell a röntgen vizsgálattal kimutatható, csontosodott struktúrákról készült indirekt mérések eredményére támaszkodni [27].

A felnőtt csípő mélyen fekvő helyzete miatt az UH-nak ebben a régióban csak kiegészítő szerep jut. Sportoláshoz köthető csípőtáji fájdalmak esetén az MR és UH azonban komplementer szerepet tölthet be. A legtöbb rectus abdominis, adductor, iliopsoas tapadást érintő, illetve coxo-femoralis ízületi sérülés, symphysissel kapcsolatos patológia kontrasztfokozásos MR vizsgálattal jól megítélhető. Az MR azonban gyengélkedik a különböző sérvék, pattanó csípő megítélésében, itt megint a dinamikus UH-nak jut fontosabb szerep [28], a „sonopalpatio” sokszor segíthet. Ugyancsak segíthet az UH annak megítélésében, hogy az MR-rel kimutatott eltérés klinikailag releváns-e, továbbá a terápia vezérlésére is használható. Az UH vezérelt obturator és ilio-inguinalis szelektív blokádnak is hasznos lehet a differenciál diagnosztikában. Az izom sérülések megítélésében az UH és MR szintén egymás kiegészítői. Az MR kimutatja enyhe izomsérülésnél az ödémát, amit az UH nem képes. Előfordulhat azonban, hogy az MR vizsgálat jelentős ödéma mellett nem „látja” a rotszakadást, az UH ellenben igen. Myositis ossificans esetén is hamarabb válik kimutathatóvá a meszesedés ultrahanggal, mint MR vagy röntgen vizsgálattal.

Ultrahanggal izom hematoma lebecsátás is vezérelhető lehet.

### **Térd**

A térd képalkotását az MR uralja. Ultrahang vizsgálat elégséges lehet az extensor apparatus, illetve néhány esetben felületes duzzanatok megítélésére. A meniscus sérülések vonatkozásában az UH pozitív prediktív értéke ugyan jó, de negatív prediktív értéke alacsony.

### **Boka és láb**

A csukló és kéz régióhoz hasonlóan fokális eltérések gyakran jól vizsgálhatók ultrahanggal. Diffúz panaszok esetén vagy osteochondralis laesio gyanújakor azonban az MR az elsőként választandó vizsgálómódszer. Az UH előnye megint csak a dinamikus vizsgálatban rejlik, illetve célzott terápia vezérlésére használható. A szakadt Achilles-ín műtét utáni gyógyulása is jól követhető dinamikus vizsgálattal.

Morton neuroma kimutatása és UH vezérelt kezelése (alkohol, szteroid injekció) is jó célterülete az ultrahangnak.

### **Idegek**

Az UH vitathatatlan előnye, hogy egy adott ideget egyszerűen tud teljes hosszán vizsgálni. Az MR vizsgálat jobb abban a tekintetben, hogy adott ideg által beidegzett izomzatban már korai stádiumban jelzi a denervációs ödemát. Az UH ideg blokádra is használható.

### **Tapintható terime**

Az UH vizsgálat itt elsősorban annak eldöntésére használható, hogy van-e tényleges térfoglaló eltérés, vagy csak normál anatómiai variációval, izom hypertrophiával, csont előemelkedéssel állunk szemben. Ezen túlmenően az UH vizsgálatról még az várható el, hogy elkülönítse a cystosus és szolid gócot. Cysta, például ganglion cysta aspirációja megoldást is jelenthet. A szolid gócok jellemzően MR megítélést tesznek szükségessé, UH vezérelt aspiráció csak ezt követően jön szóba.

### **Közelmúltbeli fejlődés**

#### *3D képalkotás*

A 3D és 4D képalkotásnak a mozgásszervi diagnosztikában egyelőre nincs érdemi szerepe. Habár érdekes lehet, hogy relatíve kis tapasztalattal is végezhetővé válik a vizsgálat, ami a későbbiekben tapasztalt radiológus által értékelhető. Egy supraspinatus szakadást vizsgáló 3D UH tanulmány során igen jó korreláció mutatkozott két tapasztalt mozgásszervi radiológus véleményezése között, míg egyik maga végezte a vizsgálatot, a másik csak kész vizsgálatot értékelt [30]. Egy in vitro tanulmány kísérleti körülmények között kadávereken előállított ROK szakadás kivizsgálásában a 3D UH előnyét mutatta a 2D-vel szemben több szempontból is [31]. A módszernek előnye lehet tehát a radiológus időnyeresége, viszont nyilvánvaló hátránya a beteggel való közvetlen kontaktus hiánya.

#### *Kép fúzió*

Keresztmetszeti képalkotó eljárások adatai bizonyos UH készülékekbe importálhatók, majd néhány jól azonosítható referencia pont kijelölését követően a képek fuzionáltathatók. Ez a hibrid módszer használható lehet mélyen fekvő struktúrák UH vezérelt biopsziájára, illetve mély injekciók beadására.

#### *Elasztográfia*

Az elasztográfias kép két adathalmazból keletkezik, az egyik mozgás (kompresszió) előtt, a másik mozgás után készül [32]. Mozgásszervi alkalmazás elsősorban a könyök lateralis epicondylitis, illetve az Achilles-ín vizsgálatára irányult ez idáig [33, 34]. A patológiás ínnon belül a B módú kép szerkezeti eltérést, az elasztográfia fokálisan lágyult részleteket mutat. Bár ez a technika képesnek tűnik arra, hogy a szövetek mechanikai tulajdonságairól információt adjon, amíg validált eredmények nem állnak rendelkezésre, szerepének pontos behatárolása még várat magára.

**Kommentár:**

A cikk lényegre törő áttekintést ad a mozgásszervi ultrahang diagnosztika fejlődésének fontos állomásairól.

Érdekes és tanulságos a rövid körbetekintés, hogy a világban mi az aktuális viszonyulás a mozgásszervi ultrahang diagnosztikához. Látható, hogy a tradícióknak nagy szerepe van ebben. Ami a gyakorlati oldalát illeti a kérdésnek, egyértelmű következtetést lehet levonni: az UH és MR vizsgálatok egymás kiváló kiegészítői, együtt sokkal többet érnek, mint külön-külön. Ezzel a megközelítéssel elkerülhető, hogy „akinek kalapács van a kezében, mindent szegnek nézzen”.

Az indikációs körök áttekintése a technika folyamatos fejlődésével mindig aktuális kérdés marad, ez a rövid összefoglaló, azt gondolom, segítséget nyújt az eligazodáshoz.

Kiemelendő szintén, hogy a cikk sok helyen tesz említést a különböző, ultrahang vezérelt terápiás beavatkozásokról. Bizonyos, hogy mozgásszervi területen is érdemes lenne ebbe az irányba lépéseket tenni.