„Multiparametrikus MR vizsgálat prognosztikai és prediktív faktorokat meghatározó szerepe fej-nyaki tumoroknál, valamint a kismedence főbb daganat csoportjaiban”

Válasz Dr. Rudas Gábor Docens Úr bírálatára

Dr. Gődény Mária
Országos Onkológiai Intézet,
Onkológiai Képalkotó és Invazív Diagnosztikai Központ

MTA doktora fokozat nyilvános vitája, 2017

Nagyon köszönöm Opponens Úrnak, hogy elvállalta a doktori értekezés bírálatát és a munka részletes elemzésével igen értékes megállapításokkal egészítette ki a disszertáció témáit.

A kérdésekre adandó válaszok előtt a részletes bírálatban olvasható néhány gondoltra szeretnék reflektálni.

1./ Az Opponens Úr véleménye szerint „az általános részben talán érdemes lett volna szólni a kontrasztanyagos UH vizsgálatokról is, már csak azért is, mert elég nagy a káosz ezen a területen és fej-nyaki régió tumorai esetén ennek a modalitásnak jelentősége lehet.”

VÁLASZ

Az ultrahang vizsgálat (UH) kiváló lágyrész felbontó módszer és a rutin betegellátás része a fej-nyaki daganatoknál is. Tapintható nyaki terime cystosus vagy szolid tulajdonságának felmérésére, nagy nyálmirigyek, pajzsmirigy megítélésére első módszerként alkalmazható. A fej-nyak régióban az UH hátránya, hogy nem tudja teljesen felmérni a viszonyokat, a retropharyngeális laterális-, felső mediastinális nyirokrégiókat, a mély nyaki lágyrész tereket, a koponyabázis körüli viszonyokat, az orrmelléküreg-, orrgarat daganatait. Kiemelendő, hogy a nyaki terimék célzott mintavételére UH a leggyakrabban használható, egyszerűen kivitelezhető, pontos módszer.

Az UH kontrasztanyagok klinikai alkalmazása nem új keletű, évtizedekkel ezelőtt kezdődött. A mikrobuborékos UH kontrasztanyagok alkalmazásához az UH készülékekben speciális szoftver is szükséges, melyek fejlesztése folyamatos. A kontrasztanyagos UH vizsgálatot (KA-UH) döntően a hasi szerveknél alkalmazzuk, kiemelkedően a máj gócos elváltozásainál. Magyarországon is alkalmazható vizsgálat a KA-UH és a betegbiztosítás által a máj vizsgálatára finanszírozott. A kontrasztanyag bolus beadása után UH-val a májgócokat folyamatosan elemezhetjük, artériás, vénás és késői fázisban is vizsgálhatjuk, mely fontos adatokat szolgáltat a gócok eredetéről. A számos egyéb alkalmazhatóság között említésre került a nyaki daganatok nyirokcsomó metastasisainak lehetősége is, de ez a gyakorlatban nem valósult meg.

Áttekintve az irodalmat, kevés cikket találtam, mely a fej-nyak daganat kontrasztanyagos UH vizsgálatával foglalkozott. A mellékelt irodalmi hivatkozások közül azt Cosgrove D (2006) és Harkányi Z (2008) említi, mint lehetőséget. Gujral D, (2016) közleménye fej-nyaki daganatok irradiáció utáni carotis plakk KA-UH vizsgálatáról szól, melyben a radioterápián átesett betegeket a kezelés után legalább két év elteltével vizsgáltak B-mode UH-val és KA-UH-val. A carotis plakkok neovascularisatióját elemezték a postirradiációs státusban megnövekedett stroke rizikó miatt. Kogashiawa Y és munkatársai 2015-ben a fej-nyak régió sentinel nyirokcsomó kimutatására használt KA-UH-t, valamint azzal kombináltan indocyanine green fluorescence alkalmazásáról számoltak be 13 állatmodell (nyúl, disznó) alapján. Az eredményeket bíztatónak tartották. Gvetadze és munkatársai 2016-ban a KA-UH alkalmazását sentinel nyirokcsomó kimutatására szájüregi daganatoknál, nyelv daganatnál vizsgálták. A közleményben 12 beteg vizsgálata alapján 91,7%-os találatról számoltak be. A közleményt a PubMed-en „uncorrected proofs" jelzéssel látták el.

Cosgrove D, Ultrasound contrast agents: An overview, European Journal of Radiology 60 324–330,2006
Harkányi Z, A kontrasztanyagos ultrahangvizsgálatok szerepe a klinikai gyakorlatban, MAGYAR RADIOLÓGIA 82(7–8):262–272, 2008.
Gujral D et al, Contrast-enhanced ultrasound to assess plaque neovascularization in irradiated carotid arteries, International Journal of Cardiology, 202 (3-4(2016
Kogashiwa Y et al, Sentinel Node Biopsy for the Head and Neck Using Contrast-Enhanced ltrasonography Combined with Indocyanine Green Fluorescence in Animal Models: A Feasibility Study, PLOS, 2015
Gvetadze et al, Contrast – enhanced ultrasound mapping of sentinel lymph nodes in oral tongue cancer – a pilot study, Published by the British Institute of Radiology, 2016

2./ Az Opponens Úr véleménye: „meg lehetett volna említeni azt, hogy a CT vizsgálatnak milyen konkrét hátrányai vannak”.

VÁLASZ

Köszönöm Opponens Úr kritikai megjegyzését! Az MR vizsgálattal foglalkozó értekezésben meg lehetett volna említeni az MRI mellett alkalmazott nagy digitális réteg képalkotó hátrányait, melyek az MRI előnyeit tovább növelték volna. A negatív tulajdonságai (ionizáló sugárzással történik, MR-nél rosszabb lágyrész felbontó képesség) mellett a CT igen jelentős mérföldkő vizsgálat az onkológiai betegellátásban az MRI-nél könnyebb elérhetősége, egyszerűbb kivitelezhetősége, gyorsasága miatt. A CT kiválóan standardizálható és a több detektorsoros multidetektoros berendezések fejlesztése óta jó minőségű multiplanáris képalkotást szolgáltat. A korszerű berendezéseken alkalmazható dózist csökkentő programokkal jelentős sugárdózis csökkenés érhető el - a minőség romlása nélkül. Kontrasztanyag alkalmazásával, a klinikai kérdés szerinti vizsgálati program használatával jó lágyrész felbontás érhető el CT-vel is, bár nem éri el az MRI lágyrész felbontását. A koponyabázis, arckoponya csontjainak elemzésénél, a csontvelőt nem tartalmazó csontlamellák, csont corticalis megítélésére MR mellett sokszor szükséges CT-t is készíteni.

3./ Az Opponens Úr következő megjegyzését is köszönöm:

„Az MR vizsgálatoknál én valószínűleg jobban hangsúlyoztam volna, hogy a jó szöveti felbontás miatt és a diffúziós mérések bevezetése óta az esetek 30-40 százalékában nem kell kontrasztanyagot adnunk, ezzel gyorsabbá és olcsóbbá válnak az MR vizsgálatok, ráadásul nem kell semmilyen intravénás készítményt beadnunk.”

VÁLASZ

Köszönöm, hogy bírálatában is kiemeli az MRI jó szöveti felbontását, melyet a diffúziós mérések tovább javítanak. Ennek a kifejezése volt az egyik fő célom a disszertációban. A fej-nyak régió tumoros elváltozásainál csaknem mindig szükséges MR kontrasztanyagot adnunk. A rectum carcinoma stádium meghatározásánál elhagyható a kontrasztanyag, de a posztterápiás státus megítélésére, postterápiás heges residuum, valamint a reziduális / recidív tumor elkülönítésére szükségét érzem a kontrasztanyagos MR szekvenciáknak is. Kontrasztanyag alkalmazása endometrium carcinománál is előnyt jelent a daganat myometriumba terjedésének megítélésére,

főleg, ha az MR készülékkel az axiális síkon kívül jó minőségű diffúziós mérést nem lehet készíteni. Amennyiben jó minőségű, isotropikus, multiplanáris DWI készíthető, a HR-T2-súlyozott méréssel együtt, képfúziót is alkalmazva a kapott információ elég lehet a myometriumba terjedés százalékos megítélésére.

4./ Opponens Úr véleménye:

„Talán hiányosság, hogy továbbra is a quantitatív elemzése a főszerep, pedig ez gyakran csak álobjektív adatokat szolgáltat és nem esik szó a vizuális értékelésről, mely a mindennapi életben rendkívül hasznos és megbízható módszer."

VÁLASZ

Teljesen egyetértek Opponens Úr véleményével. Arra törekedtem, hogy a vizuális értékelést a disszertációban szereplő ábrák szemléltessék és az ábraszövegekben a vizuális értékelés magyarázata leírásra kerüljön. Egyetértek opponens úrral abban is, hogy a mindennapi gyakorlatban a vizuális értékelésnek nagyobb jelentősége van, mint a quantitatív méréseknek. Lehet, hogy a quantitatív elemzés alkalmazását a disszertációban többször említettem a kelleténél, de napjaink kutatásai a számmal kifejezhető, mérhető biomarkereket keresik. Magyarázatul szolgálhat, hogy az anatómiai vizsgáló módszerek után a funkcionális, molekuláris adatokat nyújtó új lehetőségeket, melyek az újdonság erejével hatnak, a radiológus esetleg túlzóan hangsúlyozhatja.

5./ Bírálatban szereplő gondolat:

„Nyilvánvalóan félreértésnek kell tekintenünk az olyan kijelentéseket, hogy a CT az elsőként választandó képalkotó diagnosztikus módszer a petefészek rákoknál, az endometrium és cervix carcinomáknál.

VÁLASZ

Az **előrehaladott (a disszertációban is így szerepel)** petefészek, endometrium és cervix carcinoma stádium meghatározásánál azért CT (vagy FDG-PET/CT) az elsődlegesen választandó képalkotó módszer, mert a klinikai vizsgálattal, hasi UH / endovaginális UH vizsgálattal valószínüsített, akár már mintavétellel is igazolt rákos megbetegedés távoli szóródása, annak szervi lokalizációi alapvetően meghatározzák a választandó terápiát. Távoli disszemináció esetén a pontos kismedencei státus

felmérése, ami kétségtelenül az MR-től várható legpontosabban, másodrendű a nem-műtéti (kemo-, radioterápia) kezelés kialakításában. Amennyiben az induláskor nem-műtéti terápia során, a távoli szóródás regressziójakor a primér tumor műtéte mégis szóba jön, a kismedencei viszonyok pontosítására MR-t kell végezni.

6./ Opponens Úr megjegyzése:

„A CT vs MR vitában folyamatosan hangsúlyozni kell, hogy a kismedencei képalkotó vizsgálatok esetén az MR vizsgálat az elsőként választandó:
- kitűnő natív szöveti differenciálás,
- az MR Multiparametrikus képalkotás lehetőségei,
- a DWI kiemelkedő diagnosztikus értéke,
- egyszerre lehet a csontmetasztázisokat is detektálni,
- nincs sugár (mely az onkológiában a gyakran használt radioterápia, ill. a nagyszámú kontroll vizsgálat miatt – különösen az erősen sugárérzékeny kismedencei régióban – kiemelkedően fontos.”

Véleményem az MR kismedencei előnyeit illetően megegyezik az Opponens Úr által felsoroltakkal. Mindezek mellett **előrehaladott, disszeminálódott** daganatnál a CT vagy FDG-PET/CT vizsgálat elsőként való alkalmazását indokoltnak tartom.

7.*/ Opponens Úr megjegyzése:*

„Egyébként a DWI mérésekkel kapcsolatban – még ha kombináljuk MP-MRI vizsgálattal -, talán túlzás 99%-os specificitásról beszélni, ezt érdemes lenne némi fenntartással fogadni”.

Elfogadom és köszönöm Opponens Úr kritikai megjegyzését.
A 99%-os specifitás irodalmi adatra utalás a disszertáció 127. oldalán, Sala 2013-ban megjelent közleményére, a cikkben utalással Lin 2008-ban megjelent eredményére. *(Sala E, et al, Radiology, 2013, Lin G et al, 2008)*

8.*/ Opponens Úr megjegyzése:*

Fontos lenne annak hangsúlyozása, hogy a DWI és az MP-MRI alkalmas a csontvelő metastasisok megítélésére is.

Egyetértek Opponens Úrral, az MR pontos módszer csont metastasisok vizsgálatában. A disszertáció 15. oldalán egy általános megjegyzés szerepel a teljes test diffúzió súlyozott MRI (WB-DWI-MRI) és az FDG-PET/CT kiváló korrelációjáról távoli

metasztázisok meghatározásában.
Tanácsos lett volna külön kiemelni az MP-MRI szerepét csont metasztázisoknál.

Opponens Úr kérdéseire adott válaszaim

Kérdés

1. Mi a tapasztalata a DWI/ADC-vel?

VÁLASZ

Az emberi test szöveteiben a vízmolekulák mozgása környezetük által befolyásolt, a sejtmembránok és makromolekulák által korlátozott. Minél sejtdúsabb egy szövet annál korlátozottabb a vízmolekulák mozgása, ezzel szemben minél sejtszegényebb a szövet vagy, ha a sejteket elhatároló sejtmembránok integritása sérült, annál szabadabban mozoghatnak a vízmolekulák. A daganatok kimutatása a sejtsűrűségen, differenciáldiagnosztikájuk a hypercellularitás különbözőségén alapszik.

A DW-MRI értékelése egyrészt kvalitatív módon, a képeken látható jelintenzitás elemzésével, másrészt kvantitatív módon, az ADC mérések (Apparent Diffusion Coeficient) kiszámításával történik. A módszer segítségével nyert adat jellegzetes lehet az elváltozás tumoros vagy nem tumoros eredetére. A malignitásra típusos lézió a magas „b" értékkel készült DW rétegen magas jelintenzitású és a hozzá tartozó, kalkulált ADC kép a hypercelluláris lézió által okozott gátolt diffúzió miatt alacsony jelintenzitású.

A diffúzió mérésére számos modellt ajánlanak, és számos méréssel kísérleteznek. Az ADC kvantitaív paraméter, biomarker, mely a szövetekben a víz diffúzióját méri, és a diffúziógátlás mértékét 10^{-3} mm^2/sec egységben fejezi ki. A szekvencia diffúzió súlyozottságának mértékét az alkalmazott „b" érték fejezi ki, mely az MR gradiens bizonyos faktoraitól függ, melyek a gradiens időtartamára és amplitudójára vonatkozik. Amennyiben minimum két b-értéket (rendszerint b=0 / 50 és b = 800 / 1000 /1200 /1500 s/mm^2) használunk, a diffúzió gátlás által okozott jelintenzitás változást kvantitativan mérni lehet.

Nehézséget jelent, hogy nincs olyan daganat, melynél meghatározható lenne az ADC határérték, melynek alapján a malignitás pontosan kimondható.

A magasabb mágneses térerő (3T) alkalmazásával a DWI szerény térbeli felbontása javul, ez főleg a DWI testben való alkalmazásánál jelent előnyt. Ezzel együtt az MR képalkotás problémái a DWI méréskor 3T mágnesben fokozottan jelentkeznek, a magasabb mágneses tér variáció, a fokozott susceptibilitási műtermékek miatt, melyek képi torzulást okoznak és SAR (specific absorption rate, RF energia testben absorbeált mennyisége, egysége: watt/kg) limitációt. Mindezen faktorok nehezítik a zsír szuppresszióját is. Ezeket a hátrányokat javíthatja a 3T berendezés magasabb erősségű gradiense, kombinálva a paralell képalkotással és korszerű zsírelnyomásos szekvenciákkal. Az erősebb gradiens és magasabb paralell akvizíciós faktor alkalmazása magasabb jel / zaj arányt (signal noise ratio=SNR) eredményez és kompenzálhatja a 3T magasabb képi disztorzióját.

A DW-MRI fontos kiegészítő információval szolgál a tumor stádium meghatározásához, a terápia hatékonyságának vizsgálatában és hasznos a kemo-radioterápia utáni posztterápiás következmény és a daganat maradvány, ill. a recidív tumor elkülönítésében is.

Kérdés

a.*/ Milyen „b" értékeket javasol a különböző tumorok, bakteriális gyulladások differenciáldiagnosztikájában?*

VÁLASZ

Daganatoknál magas „b" értékekre törekszünk. Abban az esetben, ha a legmagasabb „b" érték túl magas, a kapott képek jelszegények lehetnek, az alacsony jel/zaj viszony (SNR) miatt a számított ADC térkép rossz minőségű lesz. A választandó „b" értéket és a SNR-t együttesen kell szemlélni, hogy megfelelő képalkotói protokollt alakítsuk ki a maximálisan alkalmazható „b" érték és a kapott SNR között, megfelelő szkennelési idővel.

Padhani és munkatársai 2009-ben meghatározták a leginkább alkalmazható maximum „b" értéket különböző szervekben, az agyon kívül, 1,5 T MR-re, melynek értékei az **1. táblázatban** találhatók.

1. **táblázat. Optimális legmagasabb „b” értékek a test DW-MRI-nél, 1.5 T berendezéssel**

***„b”* értékek (s/mm²)**	**Anatómiai régiók**
>1,000	prosztata, méhtest, méhnyak, nyirokcsomók
750-1,000	emlő, mellkas, has (vastagbél-végbél, hasnyálmirigy, vesék, hashártya), kismedence (petefészek, hugyhólyag), teljes test képalkotás (DWIBS= Diffusion weighted whole body Magnetic Resonance Imaging with background body signal suppression mérésekkel)
500-750	máj (primér és metasztatikus)
20-60	a víz gyors mozgásának tanulmányozására – az áramló vér jelének elnyomásával („black-blood technika”) máj gócok kimutatásához

Padhani és munkatársai azt is kimutatták, hogy az ADC érték változik a b érték nagysága szerint. A „b” érték növekedéséveljelentősen csökken az ADC érték, a **2. táblázat** szemlélteti.

2. **táblázat. ADC értékek változásai a „b” érték függvényében**

***b* 0 s/mm² és**		***b* 500 s/mm²**	***b*1,000s/mm²**	***b* 2,000 s/mm²**
ADC (mm²/s)	egészséges szövet	1.65×10^{-3}	1.57×10^{-3}	1.22×10^{-3}
	sejtgazdag szövet	1.05×10^{-3}	0.78×0^{-3}	0.60×10^{-3}

Amennyiben kettőnél több „b” értéket alkalmazunk, több információt kaphatunk a diffúziós viszonyok mértékéről.

A vízmolekulák mozgásának mértékét a „b” faktor által a képen kontrollálni lehet. Magas „b” érték mellett azok a molekulák, melyek magas mozgásúak, nem vesznek részt a végleges kép jeladásában és csak azok a molekulák adnak jelet, melyeknek gátolt a mozgásuk. Azok a molekulák, melyek szabadabb mozgásúak, alacsony „b” értékű képeken mutatkoznak.

A magasabb mágneses térerőben a jobb SNR következtében a DWI mérés előnyösebb. Teoretikusan kétszeres SNR növekedés várható a 3 T berendezéssel a 1,5T-hez képest. A 3T által nyújtott magasabb jelintenzitást vagy a magasabb felbontásra használjuk, vagy a szkennelési időt redukáljuk. A SNR emelkedése lehetővé teszi a „b” érték növelését is, 3T-nál egészen 3000s/mm²-ig. Adekvát SNR és képi felbontás mellett, a 3T berendezéssel, a 1,5T-hez hasonló „b” érték mellett

gyorsabb, vagy jobb térbeli felbontást remélhetünk. Mindezek mellett óvatosan kell alkalmazni az ultramagas „b” értékeket, mivel nagyobb lesz a zaj, ezáltal rosszabb lesz az SNR, és ez negatívan befolyásolja a kép minőségét, valamint az ADC értékelést is. Normális hypercellularis szövetekben is előfordul a diffúzió súlyozott képeken magas jelintenzitás, magas „b” érték mellett is. Az endometrium, adnexum, normál nyirokcsomók, vékonybél nyálkahártya vagy a lép rendszerint hypercellularis, gátolt diffúziót utánozhat. A radiológusnak figyelemmel kell lenni erre és az értékeléskor elkerülni a csapdát, mely részben megoldható az ADC térkép alkalmazásával és főleg az anatómiai szekvenciákkal való összevetéssel.

A magas fehérje tartalmú léziókban a makromolekulák jelenléte okoz diffúzió gátlást. Az **abscessus** gátolt diffúziója a tályog viszkózus tartalmával, a gyulladásos sejtek jelenlétével, mucoid - protein tartalommal és sejttörmelékek jelenlétével függ össze. Az abscessus magas jelintenzitású a magas „b” értékkel készült DW képeken (1000s/mm^2), alacsony jelintenzitású az ADC térképen, tehát átfedést mutat a malignus tumorral.

Tályognál, magas „b” érték mellett DWI gátlás rendszerint az akut fázisban fordul elő majd a továbbiakban, a tályog átalakulásában növekszik az ADC érték, mivel centrálisan a tartalom elfolyósodik. Ez a jelenség a tályogkezelés hatékonyság vizsgálatára is alkalmas. Az érett tályog ADC értéke emelkedik, magasabb lesz, mint a legtöbb tumor értéke.

A máj abscessus utánozhat necroticus metastasist vagy hydatid cystát is. Az amőbás abscessus magasabb ADC értéket mutat, mint a gennyes tartalmú.

A DWI alkalmas arra, hogy elkülönítse a sima cystát és a hydatid cystát azáltal, hogy magas „b” érték mellett a hydatid cysta magas jelintenzitású marad és alacsony ADC értéket mutat.

Csapdák

A DWI egyik legfontosabb csapdája a „**T2-shine through” effektus**, melyben a nagyon hosszú a T2 értékkel rendelkező lézió a magas „b” érték mellett is magas jelet ad, annak ellenére, hogy nincs benne valódi diffúzió gátoltság. A csapda ADC számítással és az anatómiai sequentiákkal történő összehasonlítással elkerülhető.

Ennek ellentéte, ha nagyon rövid a T2 effektus egy szövetben (például bevérzett léziónál) teljes jelvesztés lehet a DWI képeken függetlenül az elváltozás diffúziós

tulajdonságaitól és az alkalmazott „b” értéktől. Ez a jelenség a „**dark through” effektus**.

Csapdát jelentenek az **ADC értékek átfedése** miatt a magas cellularitású normál szövetek-, a benignus tumorok -például a máj adenoma vagy FNH, vagy petefészek teratomák, mucinosus vagy haemorrhagiás tartalmú léziók diffúzió gátlása-, a rosszul differenciált, necrotikus daganatok, a jól differenciált rákok, a hypocellularis-, low grade tumorok értékelése. A pontos tájékozódáshoz segítséget nyújt a magas (>1000 s/mm^2) „b” érték alkalmazása, a többi MR sequentiával való összevetés, valamint a klinikai kép és más képalkotók által nyújtott információk.

Kérdés

b./ Mi a véleménye: az átlagos ADC számolás optimális az onkológiában, vagy jobb lenne a legalacsonyabb ADC-t, ill. annak változásait számítani, használni?

VÁLASZ

Az ADC mérést ROI analízissel végezzük, mely operátorfüggő és nem standardizálható. A felvett ROI értékek száma és mérete szériától-szériáig változik. Nincs konszenzus az ADC határértékek meghatározásában sem.

Az **átlag ADC érték** a vízmolekulák diffúziójának átlagos mozgását jelzi az adott, ROI által kijelölt szövet volumenben. Ha a lézió heterogén, az átlag ADC nem pontosan reflektál a szövet tulajdonságaira. Például, ha a necrosis és a szolid elemek együttesen fordulnak elő, ez növeli az ADC értéket. Két elváltozás abban az esetben is nyújthat azonos átlag ADC értéket, ha az egyik teljesen szolid és a másik heterogén szerkezetű, azaz necroticus, valamint szolid szerkezeti elemeket tartalmaz, és az utóbbiban a szolid komponens nagyobb sejtsűrűségű, mint a necrosis nélküli szolid képlet.

A diffúziós viszonyok pontosabb meghatározásához egy másik mérés javasolható, a **minimális ADC,** mely a vizsgálandó szöveten belüli a legmagasabb sejtsűrűségű szövetrész diffúziós viszonyáról informál. A minimum ADC alkalmazása főleg kemoterápia hatékonyságának pontos meghatározására szükséges, annak kimutatására, hogy terápiára jól reagálók minimum ADC értéke szignifikánsan magasabb-e, mint azoké, melyek nem vagy gyengén reagáltak a kezelésre.

Saját gyakorlatunkban mindkét ADC méréssel kísérleteztünk, törekedtünk a pontos, minimál ADC mérésre. Ez a 103. oldalon leírásra került: „A mérési mintavétel helyét (region of interest: ROI) a tumorra gyanús lágyrészre helyeztük, arra az elváltozásra, amelyik magas jelintenzitást mutatott mind az alacsony, mind a magas „b”- értékű képeken és alacsony jelintenzitást az ADC térképen.”

Az ADC méréskor a necroticus területeket és a susceptibilitás műtermékeket el kell kerülni. Szerkezeti inhomogenitáskor több ROI felvételével végezzük a méréseket, tehát nem egy ROI-val fogjuk át a léziót. Tanácsos a ROI-t magas „b” értékű DW képre helyezni és onnan másolni az ADC térképre, bár sok esetekben az ADC map jobban kimutatja az elváltozást, mint az eredeti DWI kép. Nehézséget jelenthet a ROI elhelyezése, ha az SNR gyenge. Az anatómiai képekkel való összevetés, fúzió segít a ROI elhelyezésében, ez csak akkor teljesíthető, ha az anatómiai és a diffúziós szériákat azonos orientációban, azonos szeletvastagsággal és mérési mezőben végeztük el.

Inhomogén lézió esetén, amiben heterogén diffúziós viszonyok tételezhetők fel, **ADC hisztogram** alkalmazásával a különböző ADC értékeket a ROI-n belül megjeleníthetjük, és ez a módszer a strukturális változás követésére is megbízható. Az ADC hisztogram esetén az X tengely tartalmazza az ADC értékeket és az Y tengely az ADC értékek voxel számait. Az ADC hisztogram alkalmazásával az ADC értékek különböző eloszlását lehet szemléltetővé tenni. Az ADC hisztogramot jól lehet összehasonlítani az időben és nem szükséges a lézió összes voxelét külön értékelni. Bármelyik esetben, ha a ROI standard deviációja magas (20% vagy magasabb a kalkulált ADC értéknek) a ROI-t újra kell pozícionálni.
A terápia hatására létrejött az ADC változásokat egy speciális, adatfeldolgozó szoftver kezeli és funkcionális diffúziós térképet hoz létre az ADC értékekből. A színes térképen a statisztikailag szignifikáns változások a voxelek- és az ADC értékváltozás függvényében jelenítődnek meg.

Egy másik ADC kalkulációs módszer a **pixel-by-pixel alapú analízis**, mely a lézió minden egyes komponensét analizálja. Ez a mérés időigényes, mindemellett ha az analizálandó régió kisebb, mint a diffúziós szekvencia voxel mérete, a parciális volumen effektus miatt megbízhatatlan adatokat nyújthat.

Kérdés

c./ Mennyire lehet az ADC számolást a stagingnél, a terápiás válasz megítélésénél használni?

VÁLASZ

A DW-MRI értékelésénél nehézséget jelent, hogy nincs olyan daganat, melynél meghatározható lenne az az ADC határérték, melynek alapján a benignus-malignus elkülöníthető lenne és a malignitás pontosan kimondható. A **fej-nyak tumoroknál** a DW-MRI szerepével foglalkozó első jelentős publikáció 2001-ben jelent meg, Wang és munkatársai tollából. A benignus és a malignus szövet elkülönítésére 1,22X10^{-3}mm^{2}/sec ADC határértéket írtak le, és ezzel az értékkel az elváltozás malignitását 86 %-os pontossággal, 84 %-os szenzitivitással és specificitással adták meg. *(Wang J, et al Radiology, 2001)*

Srinivasan és munkatársai kutatásukban azt bizonyítják, hogy a DW-MRI a 3T MR gépeken is sikeresen alkalmazható és hogy nincs szignifikáns különbség a fej-nyak tumorok ADC értékei között a 1,5T, illetve 3T alkalmazásakor, tehát megállapítható, hogy az ADC érték nagy valószínűséggel független a mágneses térerő nagyságától A fej-nyak régióban a laphámrák karakterizálására 1.101x10^{-3} mm^{2}/s átlag ADC értéket adtak meg. *(Srinivasan A, et al, AJNR, 2008, Srinivasan A, et al, Acta Radiol, 2008)*

A mi **betegcsoportunkban** az átlag ADC érték a szövettanilag bizonyított primer tumornál 0,862x10^{-3}mm^{2}/sec volt. A gyulladásnál megemelkedett ADC érték lehetővé teszi, hogy a tumort és a gyulladásos elváltozást egymástól elkülönítsük. Saját esetünket említeném, melyben a konvencionális MRI mérések tumorra utaltak és a kvantitatív értékelés ADC értéke (2,1x10^{-3}mm^{2}/sec) alapján a diagnózist helyesen gyulladásnak véleményeztük, melyet a szövettan is igazolt.

Vandecaveye és munkatársai a benignus és a malignus **nyirokcsomók** elkülönítésére *b* 1000 mellett 0,94-1,03 X 10-3 mm^{2}/sec határértéket határoztak meg. Dirix és munkatársai azt találták, hogy a 0,94X10^{-3} mm^{2}/sec határértéknek magas a negatív prediktív értéke nyirokcsomók értékelésénél. *(Vandecaveye V, et al, Radiology, 2009, Vandecaveye V, et al, Neuroradiology, 2010, Dirix P et al, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2010)*

Lee és munkatársai szerint 3T berendezéssel, 0 és 800 s/mm^{-2} *b*-értékeket alkalmazva a benignus és a malignus nyirokcsomók elkülönítését 91,3%-os szenzitivitással, 91,1%-os specificitással és 91%-os pontossággal határozták meg. A benignus /

malignus nyirokcsomók elkülönítésére határértéknek a 0,851x10-3 mm^2/sec-t adták meg és meghatározták a benignus és malignus nyirokcsomók átlag ADC értékét is (benignus: 1,086±0,222x10-3 mm^2/sec, malignus: 0,705±0,118x10^{-3} mm^2/sec, P<.0001. *(Lee M.C, et al, AJNR, 2013)*

Cervix carcinománál a kutatások ajánlása szerint a klinikai gyakorlatban az 1,4x10^{-3} mm^2/sec vagy ennél alacsonyabb értéket lehetne határértékként alkalmazni. *(Thoeny HC, et al, Radiology, 2012)* A DW-mérésekkel és az ADC érték számítással kiegészülő MP-MRI a **nyirokcsomó** értékelés pontosságát 25%-ról 83%-ra növelte, specificitása 99% lett. *(Sala E, et al, Radiology, 2013).*

Adnex terime ADC érték elemzésekor malignus elváltozásnál átlag 1,03x10^{-3} mm^2/sec-t és benignus terimére 1,38x10^{-3} mm^2/sec-t közöltek. Amennyiben a határértéket 1,15x$10^{-3}$$mm^2$/sec-ban határozták meg, a kvantitatív DW-MRI szenzitivitása malignus és benignus adnex terime elkülönítésére 74%, specificitása 80% volt.

Az **endometrium carcinoma (EC)** ADC értéke alacsonyabb, mint a normál myometriumé vagy egy benignus uterus lézióké (pld. endometriális polip, submucosus leiomyoma). Bár nincs olyan ADC határérték, melynek alapján a malignitás pontosan kimondható lenne, a kutatások szerint a klinikai gyakorlatban az ADC 1,15x10^{-3} mm^2/sec vagy annál alacsonyabb értéket lehetne határértékként használni. A primer EC-ban mért alacsony ADC érték a recidíva független prediktív faktorának tekinthető. *(Nakamura K, et al, Gynecol Oncol, 2012)*

Hatásos **kemo-, radioterápia** esetében, a kezelés megkezdését követő néhány nappal kezdetben sejtduzzadás alakul ki, mely a vízmolekulák mozgását korlátozza, így az ADC értéke csökken („pseudoprogresszio"). A tumor sejtek pusztulásával a diffúzió gátlás mérséklődik és az ADC értéke növekszik. A diffúziósúlyozott képalkotás a tumorszövet „tumor aktivitásáról" informál, a diffúzió gátlás helye jelzi a reziduális és a recidív tumort.

(King AD, et al, Eur Radiol, 2010, Vandecaveye V, et al, 2010, Metcalfe P, et al, Technology in Cancer Research and Treatment, 2013, Guimaraes MD, et al. Korean J Radiol, 2013)

Növekvő érdeklődés követi a RC neoadjuváns **kezelés hatékonyságát** felmérő funkcionális MR mérések, főleg a DW-MRI alkalmazhatóságát. Számos kutató csoport foglakozott az ADC prediktív értékével a neoadjuváns kezelést követő regresszió felmérésére. Számos kutatás patológiai komplett remissziónál szignifikánsan

magasabb kezelés előtti ADC értékről számolt be, mint azoknál, akik nem vagy alig reagáltak a kezelésre Több kutatás bizonyította, hogy ha a neoadjuváns terápia megkezdése után 2 héttel mért ADC érték emelkedik a baseline ADC-hez képest, az a kezelés hatékonyságára utal.

(Lambrecht M, et al, Acta Oncol, 2010, Lambrecht M, et al, Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2012, Kim SH, et al, Eur Radiol, 2011, Kim YC, et al. J Magn Reson Imaging, 2011, Sun YS, et al, Radiology, 2010)

Kérdés

d./ Egyáltalán: kell az ADC számolást erőltetni a napi rutinban vagy a vizuális megítélés is elég?

VÁLASZ

A DW-MRI mindennapi alkalmazásakor a DW képek vizuális értékelés rutin feladat, hozzá tartozik a vizsgálat elemzéséhez. A napi rutinban ADC számítást csak indokolt esetben végzünk. A stádium meghatározáshoz ADC számítás akkor szükséges, ha az anatómiai sequentiák alapján differenciál diagnosztikai probléma áll fenn, melyet a DW-MRI virtuális megítélése sem old meg és az ADC érték esetleg többlet információt jelenthet az értékelésben. Akkor is végzünk ADC számítást, ha az onko-team döntése alapján már tudott, hogy a betegnél nem-operatív, hanem gyógyszeres kezelést, vagy neoadjuváns kemoterápiát terveznek. Egyebekben az ADC számítás a vizsgálat után, bármikor elvégezhető.

A terápia hatékonyságának vizsgálatakor gyakrabban készül ADC számítás, főleg a korai posttterápiás értékeléskor, amikor a tumor méretében változás még nem mutatható ki. Az ADC növekedése már biztató lehet, hogy a terápia hatékony lesz.

Kérdés

2. Saját tapasztalata szerint milyen a MP-MRI + DWI kombináció szenzitivitása és specificitása az 1 cm-nél kisebb nyirokcsomók esetén?

VÁLASZ

Az MP-MRI diagnosztikus értéke nyirokcsomó áttét kimutatására nagyban függ attól, hogy mely régiót és mely daganatos elváltozást vizsgálunk.

Fontos szempont a primer daganat és az ahhoz tartozó nyirokszűrő patho-anatómiai ismerete, hogy célzottá tehessük a nyirokcsomó metasztázis keresését és értékelését.

Fej-nyaki daganatoknál, ahol a metasztatikus nyirokcsomók kb. fele 1cm-nél nagyobb, az áttétre típus elváltozások (colliquatio, tok áttörés) az anatómiai információt nyújtó MR rétegeken, főleg kontrasztanyag alkalmazásával, a zsír elnyomása mellett készült T1-súlyozott rétegeken jól felismerhetőek.

A DWI szenzitivitása apró nyirokcsomóknál ugyan magasabb, mint a CT vagy a konvencionális MR sequenciáké, de specifitása alacsony, mivel a nem áttétes nyirokcsomók (lymphomás, reaktív, normál szerkezetű) is mutatnak diffúzió gátlást. A mikrometasztázisok (≤2mm) kimutathatósága MP-MRI-vel alig lehetséges. Még, ha lennének is biztos ADC határértékek a malignus és nem malignus nyirokcsomók elkülönítésére, de a kisméretű nyirokcsomónál az ADC mérés a lokalizálás nehézségei és a parciális volumen effektus miatt nem pontos.
A nyirokcsomóban kimutatott nekrózis ugyan erős valószínűségi jel metasztázisra, de rectum carcinománál nehézséget jelent, hogy az áttétes nyirokcsomók többnyire 10 mm-nél kisebbek, ezek szerkezete képalkotókkal nehezen ítélhető meg, mind a CT és a hagyományos MRI pontossága is alacsony (50%-60%). A kutatások eredményei arra utalnak, hogy bár a DW-MRI javítja a RC nyirokcsomó diagnosztikát (Sv: 80%, Sp: 76.9%, Acc: 78.3%), azonban a benignus / malignus elkülönítésében a nyirokcsomók apró méretéből adódó technikai nehézségek miatt a DW-MRI sem eléggé megbízható *(Heijnen LA, et al, 2013).*
Apró nyirokcsomó esetén nehéz állást foglalni a nyirokcsomó metasztázis kérdésében DWI alkalmazása mellett is.

Biztató eredményeket írtak le az MR lymphográfiával, szuperparamagnetikus, ultra-kicsi szemcsékből álló, vasoxid-kolloid kontrasztanyag alkalmazásával, mely nyirokcsomó áttétek kimutatására az MR vizsgálat szenzitivitást és a specifitást is megnöveli (SV 80-88% / SP 81-96%). A mikro-metasztázisok kimutatására magas felbontású MR techikát alkalmazva a legjobb találattal rendelkezik, de mikro-metasztázisok megtalálásában ez a módszer is tévedhet *(Sigal R, et al, 2002, Baghi M, et al, 2005, Will O, et al, 2006)*. Hátránya, hogy a vizsgálat kivitelezhetősége nehézkes, nem költség hatékony, emiatt a cégek a kontrasztanyag gyártásával leálltak.

Kérdés

3. Mi a véleménye arról, hogy mely esetekben válthatja ki a kontrasztanyagos méréseket a DWI használata?

VÁLASZ

Kontrasztanyag allergia vagy rossz vesefunkció esetén, vagy, ha a beteg elutasítja a kontrasztanyagot, a DWI-MRI igen hasznosan kiegészíti a konvencionális T1- és T2-súlyozott szekvenciák által nyújtott anatómiai információkat.

Egyébként daganatos betegeknél az esetek többségében szükségét érzem a kontrasztanyagos méréseknek. **Fej-nyaki daganatoknál** a perineuralis terjedés kimutatására, intracranialis terjedéskor a durához való viszony felméréséhez elengedhetetlenül szükséges a kontrasztanyag alkalmazása.

A szájban lévő fémfogak, fémkoronák által okozott műtermékek a DWI szekvenciákat jobban zavarják, mint a jól megválasztott kontrasztanyagos szekvenciákat. A nyelésből adódó mozgási műtermékek által okozott szerkezeti inhomogenitás sokszor teszi értékelhetetlenné a DWI rétegeket, míg a lényegesen rövidebb expozícióval is elvégezhető kontrasztanyagos rétegek, bár azokat is zavarja a mozgási műtermék, de kevésbé tetszetősen is jelentős információt hordoznak.

Nőgyógyászati daganatoknál az **endometrium carcinoma** myometriumba való terjedését a multiplanáris kontrasztanyagos vizsgálat (3D-T1-FS mérés, 2 perc) biztosabban megmutatja, mint az axialis síkú DW-MRI. Amennyiben jó minőségű, isotropikus, 3 orthogonális síkú DWI kép-rekonstrukcióra is van lehetőség (a mérés 8-9 perc), lehet, hogy elégséges a kontrasztanyag nélküli vizsgálat is.

A **cervix carcinoma** stádium meghatározásához is szükségesnek érzem a kontrasztanyagos mérés többlet információját, főleg a gyors 3D-T1-FS mérés (2 perc) multiplanáris információja miatt.

Adnex terimék esetén az elváltozások nagy variabilitása és a látható jelintenzitás eltérések, az ADC értékek benignus-malignus közötti átfedése miatt, hacsak nem egyértelmű a natív vizsgálattal kapott információ, érdemes a kontrasztanyagos T1-súlyozott, zsírelnyomással készült mérést is elvégezni.

Rectum daganatnál a primer stádium meghatározásához elégséges lehet a jó minőségű, magas felbontású T2-súlyozott szekvencia, mindhárom fő síkban, az elváltozásra fókuszálva és döntve, valamint a DWI alkalmazása. A neoadjuvans kezelés hatékonyságának megítélésére is elégséges a kontrasztanyag nélküli MP-MRI. A recidíva kimutatására azonban szükséges lehet a zsírelnyomással készült T1 súlyozott szekvencia is, hogy a hegesedésen belüli recidív tumort és annak terjedését jobban felmérhessük.

Anus carcinománál a falon túli terjedés, a sphincterekhez-, levator ani izomhoz való viszony megítélésére szükséges a kontrasztanyag által megnövelt kontraszt felbontás – a jó anatómiai tájékoztatás mellett.

Kérdés

4. A DWI és a legújabb 3T MP-MRI mellett hol látja az FDG-PET szerepét

VÁLASZ

Mind a magas technikával készülő 3T MP-MRI, mind az FDG-PET/CT az onkológiai diagnosztikus és terápiás algoritmusban mérföldkő vizsgálatok, az általuk nyújtott információ szükségessége esetenként mérlegelendő.

Az FDG-PET/CT nagy előnye, hogy az elváltozás, amit keresünk, vagy amiről véleményt kell alkotni, könnyen felismerhető, a SUV érték meghatározásával szöveti értékelés is adható és a terápia hatékonyságáról is megbízhatóan tájékoztat. A vizsgálat a beteg számára nem kellemetlen, és jelenleg Magyarországon a PET/CT a daganatos betegeknek jobban elérhető, mint a 3T MP-MRI vizsgálat. A PET/CT-nek az is előnye, hogy a teljes test információ könnyen beszerezhető.

Az MP-MRI által nyújtott pato-anatómiai felbontóképesség mindegyik régió vizsgálatánál (kivéve a tüdőt) felülmúlja az FDG-PET/CT-t, kiváló a „T" stádiumot meghatározó képessége, megmutatja a lokális tumor terjedést és mind a regionális tumor szóródás, terápia hatékonyság, mind a lokális posztterápiás státusz pontosan felmérhető.

Mindamellett, hogy erős híve vagyok az MR módszernek és hiszem, hogy fejlődése dinamikus és a jövőben még több lehetőséget nyújt, de jelenleg a teljes test információ igen körülményesen állítható elő MR-rel. A teljes test MR végzéséhez megfelelő berendezés, megfelelő vizsgálati protokoll, szekvenciák, szakszemélyzet szükséges és a beteg türelme, hogy a hosszú vizsgálatot (minimum 45 perc, inkább 60 perc) elviselje. A magyarországi MR viszonyok mellett, még ha meg is van a teljes test MR vizsgálathoz a szakmai ambíció és a technikai feltétel is, erősen kérdéses, hogyan lehetne rutinszerűen alkalmazni a nagyszámú onkológiai vizsgálatok nyomása miatt.

Az MRI a jelenlegi álláspont szerint, megfelelő körültekintéssel alkalmazva, szignifikáns, negatív biológiai hatást nem okoz, szemben a PET/CT-vel, mely sugárterheléssel jár. Vannak azonban olyan betegek, akik MR-el nem vizsgálhatók,

akiknél nem lehet sem CT sem MR kontrasztanyagot alkalmazni, és vannak, akik teljesen elzárkóznak az MR vizsgálattól a klausztrofóbia, vagy a zaj miatt.

Véleményem szerint az MR és a PET/CT jól összehangolható, főleg, ha megfelelő tapasztalattal rendelkezünk, és azt a gyakorlatban is alkalmazni tudjuk. Ehhez szükséges lenne a magyarországi MR berendezések számának növelése, a szakszemélyzet folyamatos képzése, mivel a megfelelő minőségű MP-MRI végzéséhez szükséges tanulási idő talán a leghosszabb a képalkotó módszerek között.

Egy vizsgálómódszer választásánál a diagnosztikus értékek mellett egyéb szempontokat is figyelembe kell vennünk. Természetes, hogy gyermekeknél és fiatal felnőtteknél az MR vizsgálatra kell törekednünk. MR vizsgálatot kellene előnyben részesíteni fej-nyaki-, kismedence- (prostata-, rectum-, anus-, nőgyógyászati-), máj-, lágyrész daganatoknál. A felsoroltakon kívül egyéb hasi-, retroperitoneális (pancreas-, vese-, mellékvese-), csont- (csontvelő-) daganatoknál, valamint emlőráknál is számíthatunk az MR-től terápiát módosító többletinformációra.

A mindennapi gyakorlatban egy vizsgálat alkalmazását nagyban meghatározza a módszer elérhetősége, egyszerű vagy komplikált volta, a beteg hajlandósága, valamint a finanszírozás feltételei is.

Kérdés

5. Az ovarium tumorok korai kimutatásában milyen a DWI szenzitivitása és specificitása?

VÁLASZ

Az adnex régiók értékelésében a DW-MRI értékes módszer a T2 súlyozott, valamint dinamikus kontrasztos MR vizsgálattal együtt alkalmazva jelentősen hozzájárul az adnex terimék karakterizálásához. A DWI alapján kisméretű ovarium tumor is megtalálható, mely egyébként a konvencionális képalkotó módszerekkel nem mutatható ki. Ha egy szolid képlet a magas „b" értékű (b=1000sec/mm^2), valamint a T2-súlyozott képeken alacsony jelintenzitású, többnyire benignus. Azokban az esetekben, ha a terime a magas „b" értékű DW képeken magas jelintenzitású és a T2-súlyozott képeken közepes jelintenzitást mutat, inkább malignusnak tartható *(Mohaghegh P, et al, RadioGraphics, 2012).*

Thomassin-Naggara kutatása szerint a DCE-MRI, DW-MRI és T2-súlyozott szekvencia alapján kiváló eredmény kapható komplex adnex lézió karakterizálásában. ADNEX MR SCORING-ot alkalmazva, 4 vagy 5 score-nál (hasonlóan az emlőráknál alkalmazott BI-RADS értékeléshez) az MP-MRI szenzitivitása 93.5%, specifitása 96.6%, pontossága 95%. *(Thomassin-Naggara I, et al, Genitourinary Imaging, 2012)*

Fan 2015-ben megjelent közleményében 64 beteg szövettani feldolgozásával bizonyított metaanalízis alapján petefészek rák kimutatására a CT/DW-MRI pontossága 81.82% / 89.77%, szenzitivitása 84.48% / 93.10%, specifitása 76.67% / 83.33%, pozitív prediktív érték értéke 87.50% / 91.53%, negatív prediktív értéke 71.85% / 86.21%. Az átlagos ADC benignus és malignus ovarium daganatoknál statisztikailag szignifikánsan elkülönül, benignus:1.325±0.269x$10^{-3}$$mm^2$/sec, malignus:0.878±0.246x$10^{-3}$$mm^2$/sec,>P0,001. Azt találták, hogy a benignus és a malignus ovarium tumorok elkülönítésében a DWI statisztikai eredményei a következők: Sv: 0.93, Sp: 0.88, pozitív valószínűségi hányados: 7.70, negatív valószínűségi hányados: 0.08 és a diagnosztikai esély hányados: 101.24. *(Fan X at al, Int J Clin Exp. Med, 2015)*

Az ADC érték elemzésekor malignus elváltozásnál átlag 1,03x10^{-3} mm^2/sec-t közöltek és benignus terimére 1,38x10^{-3} mm^2/sec-t. *(Kyriazi S, et al, Radiology, 2011)*

Takeuchi (2010) szerint a benignus és a malignus ovarium tumorok közötti ADC határtérték 1.15x$10^{-3}$$mm^2$/sec, és ezen érték alkalmazásával a benignus, valamint a malignus/borderline malignus laesio elkülönítésének Sv: 74%, Sp: 80%, PPv: 94%, NPv: 44%. Amennyiben 1.0x$10^{-3}$$mm^2$/sec ADC határértéket használtak Sv: 46%, Sp: 100%, PPv: 100%, NPv: 32% lett. Megállapították, hogy a malignus és a benignus ovarium laesiók ADC értékeiben átfedések vannak. Csapdát jelent, ha a malignus tumor DW képe alacsony jelintenzitású, például a mucinosus tumor esetén, melynek ADC értéke magas, hasonlóan borderline tumorokhoz és a szolid benignus tumorokhoz (fibroma, cystadenofibroma, Brenner tumor, theca cell tumor stb). *(Takeuchi M, ET AL,J Comput Assist Tomogr, 2010)*

A cystás ovarium tumorok differenciál diagnosztikája az ADC érték alapján limitált. Az ADC értékek variációi az ovarium tumorok morfológiai és hisztológiai variábilitásán alapulnak.

A kutatások szerint a teljes test diffúzió súlyozott MRI kiváló korrelációt mutat az FDG-PET/CT-vel nemcsak a primer tumor karakterizálásában, hanem a peritoneális és egyéb távoli metasztázisok meghatározásában is. Ovárium carcinoma

retroperitoneális nyirokcsomó metasztázis kimutatására a DW-MRI és az FDG-PET-CT pontossága egyaránt 87%, a CT-é 71%. *(Michielsen K, et al, Eur Radiol, 2014)*

Kérdés

6. Az anus tumorok esetén milyen tapasztalata van az MP-MRI-vel, illetve a DWI-vel?

Napjainkban az MR vizsgálat anus tumorok megítélésére alap vizsgáló módszernek tartható. Az MP-MRI kiváló morfológia információt nyújt, megmutatja az analis csatorna falát, az anus régióját, a tumor stádiumát, az infiltráció mértékét, terjedését, a belső és a külső sphincterek érintettségét, a nyirokcsomó státust, és alkalmas arra, hogy az MR alapján a sugár terápiás-, vagy a műtéti tervet kialakítsák.

Az endo-analis ultrahang vizsgálat (EAUS) az MR-nél megbízhatóbb a T1 stádium értékelésében, de az anus carcinoma falon túli terjedését rosszabbul mutatja, mint az MRI és a kismedencei státusról nem informál.

Az MP-MRI a kismedencei nyirokcsomók értékelését is segíti. A DWI megnöveli a kimutatható nyirokcsomók számát, azonban az MP-MRI sem megbízható módszer arra, hogy a benignus és a malignus nyirokcsomókat egymástól elkülönítse - főleg a nyirokcsomók apró mérete miatt.

Az MR amellett, hogy kiváló kontraszt és térbeli felbontást nyújt, funkcionális jellemzőkről is tájékoztat, a daganat diffúziós viszonyairól a DW-MRI és mikrocirkulációjáról a DCE-MRI. Ezen információk hasznosak a brachy-terápia dózis kijelölésében, a nem-műtéti terápia hatékonyságának felmérésében.

Az MRI fontos szerepet játszik a terápia hatékonyságának vizsgálatában. A neoadjuvans terápia után a DCE-MRI és a DWI adatai alapján a reziduális tumort és a posztterápiás fibrosist jó hatékonysággal lehet elkülöníteni.

Az irodalom szerint ADC meghatározással a neoadjuvans terápia hatékonysága prediktálható, bár az irodalomban nem mindenki osztozik ezen a nézeten. *(Granata et al, Infectious Agents and Cancet, 2016)*

Nagyon köszönöm Tanár Úr értékelését, segítő javaslatait és elismerő szavait!

Budapest, 2017. 03. 13. Dr. Gődény Mária