

UPORABA 3T MR TOMOGRAFA PRI PRIKAZOVANJU OBOLENIJ PRSNIH ORGANOV, KI SO POSLEDICA IZPOSTAVLJENOSTI AZBESTU

USE OF 3T MR TOMOGRAPH TO DISPLAY THORACIC ORGAN DISEASES RELATED TO ASBESTOS EXPOSURE

Janez Podobnik

Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana

Korespondenca / Correspondence: mag. Janez Podobnik, dipl. inž. rad., Klinični inštitut za radiologijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Zaloška 7, 1000 Ljubljana; Tel: 01/522-30-51; E-mail: janez.podobnik@kclj.si

Prejeto/Received: 3. apr. 2013

Sprejeto/Accepted: 19. apr. 2013

POVZETEK

Uvod in namen: Namen raziskave je bil preveriti možnosti uporabe 3T MR tomografov pri odkrivanju in spremljanju bolezenskih sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestnemu prašenju.

Metode: V raziskavo sem vključil petnajst bolnikov in sicer pet z azbestno boleznijo in deset z malignim mezoteliomom plevre (MMP). Protokol MR slikanja je bil sestavljen iz T_2 obteženih pulznih zaporedij v koronarni, sagitalni in transverzalni ravnini ter T_1 obteženih pulznih zaporedij v transverzalni ravnini. Vse meritve so bile izvedene v zadržanem dihu in z uporabo EKG prožilca. CT preiskave so izvedli z uporabo jednega kontrastnega sredstva. Rekonstruirali so slike debeline 5 mm v mediastinalnem oknu ter 3 mm v pljučnem oknu, v transverzalni ravnini. Na delovni postaji Singo MultiModality Work Place sem izmeril intenzivnost MR signala v leziji in v mišici v isti rezini.

Rezultati: Na T_1 obteženih MR slikah je MMP izrazilo nehomogen in v primerjavi z mišico hipointenziven, na T_2 fs obteženih pa hiperintenziven. Plevralni plaki imajo na T_1 in T_2 fs obteženih slikah v primerjavi z mišico hipointenziven signal. Izmerjena intenziteta signala na T_1 obteženih slikah je pokazala, da je MR signal v plevralnih plakih, v primerjavi s signalom iz mišice, hipo oziroma izointenziven, na T_2 fs obteženih slikah pa je bil signal v MMP v primerjavi s tistim v mišici, hiper, v plevralnih plakih pa hipointenziven.

Razprava in zaključek: Raziskava je pokazala, da je MR slikanje prsnega koša primerna diagnostična slikovna metoda za prikaz sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestu.

Ključne besede: MR, 3T, prsni koš, azbest, mezoteliom

ABSTRACT

Introduction: The aim of this study was to evaluate the diagnostic potential of 3T MRI in detecting pathological changes of asbestos-related thoracic diseases.

Methods: Fifteen patients with asbestos-related thoracic disease (5 with benign form, 10 with malignant pleural mesothelioma) were scheduled for 3T MRI. The protocol of MR imaging consists of T_2 -weighted cardiac-gated breath-hold turbo spin echo (TSE) sequences in coronal, sagittal and axial plane and T_1 -weighted cardiac-gated breath-hold TSE black blood in axial plane. CT examinations were obtained with administration of the contrast medium. We reconstructed 5 mm thick images in mediastinal window and 3 mm thick images in pulmonary window. MRI signal intensity of lesions and adjacent muscles on Syngo MultiModality Work Place was measured.

Results: On T_1 -weighted MR images MPM appeared distinctively inhomogeneous and, compared to the muscle, hypo-intense, while it was hyper-intense on T_2 fs-weighted images. Compared to the muscle, pleural plaques appeared hypo-intense on T_2 fs-weighted images and on T_1 weighted images. The intensity of the signal measured on T_1 -weighted images has shown that the MR signal in pleural plaques, compared to the signal from the muscle, was hypo- or isointense. Measurements on T_2 fs-weighted images have shown that the signal in MPM, compared to the muscle, was hyper-intense; in pleural plaques it was hypo-intense.

Discussion and conclusions: The results of this study show that 3T MRI enabled accurate determination of chest pathology and is an appropriate diagnostic imaging method for patients with asbestos-related thoracic disease.

Key words: MRI, 3T, thorax, asbestos, mesothelioma.

UVOD IN NAMEN

Azbest je skupno ime za hidratizirane silikatne mineral, vlaknaste strukture (Taveras and Ferrucci, 1995), ki jih najdemo v naravi. Zaradi izredne majhnosti jih s prostim očesom ne vidimo. Njihovo zmožnost, da se razdelijo v lahka, svilnata, vendar močna vlakna, so v preteklosti uporabljali v industrijske in komercialne namene, kot dodatek številnim materialom, s katerim so povečali njihovo odpornost na visoke temperature in ogenj (Vrečko in sod., 2002).

V povezavi z izpostavljenostjo azbestu lahko ločimo naslednje bolezenske spremembe (Rozman et al., 2006):

- različne benigne oblike prizadetosti plevre (plevralni plaki, azbestni plevritis in benigni eksudativni plevralni izliv, difuzne zadebelitve plevre, okrogle atelektaze),
- azbestozo pljuč ki je bolezen pljučnega intersticija,
- malignome, najpogosteje pljučnega raka ter mezoteliom plevre

Bolezenske spremembe zaradi izpostavljenosti azbestu lahko nastopajo posamično ali po več hkrati (Rozman in sod., 2006).

Pri bolnikih z azbestozo obstaja 7–10 krat večje tveganje za razvoj pljučnega raka. Tveganje za razvoj zelo povečuje kajenje. Ni korelacije med prizadetostjo pljučnega intersticija in tveganjem za razvoj pljučnega raka, kajti lahko se pojavi tudi pri posameznikih, ki so bili izpostavljeni azbestu in nimajo intersticijskih sprememb (Kocijančič in Mrevlje, 1993).

Maligni mezoteliom plevre (MMP) je redko obolenje in predstavlja manj kot 5% vseh malignomov. Histološko ločimo epiteljski, vretenastocelični ali sarkomatoidni ter mešani ali bifazni tip (Kocijančič in Mrevlje, 1993). Pogosteje obolevajo moški kot ženske in sicer med šestdesetim in sedemdesetim letom življenja. Povezanost med razvojem MMP in izpostavljenosti azbestnemu prašenju je bila dokazana leta 1960 (Wagner et al., 1960). V nasprotju z ostalimi azbestnimi boleznimi, pri MMP ni povezave med količino vdihanega azbesta in možnostjo razvoja bolezni. Tako bolezen ne prizadene le delavcev, ki so vdihavali azbestna vlakna na delovnem mestu, pač pa tudi ljudi, ki so se z njim srečevali v vsakdanjem okolju (Scagliotti and Novello, 2005).

Običajno je prva diagnostična slikovna metoda pri obravnavi bolnika s sumom na azbestno bolezen rentgensko slikanje (RTG) pljuč in srca. Spremembe v pljučih se razvršča po merilih Mednarodne organizacije za delo (International Labour Office – ILO) (Bekkelund et al., 1998). Ob sumu na azbestno bolezen ji sledi računalniška tomografija z visoko ločljivostjo (High Resolution Computed Tomography – HRCT), ki je bolj senzitivna metoda, s pomočjo katere potrdimo tudi manj izražene, začetne spremembe azbestne bolezni. Računalniška tomografija (CT) velja za zlati standard med diagnostičnimi slikovnimi metodami za prikaz z azbestom povzročenih bolezni (Heelan et al., 1999).

Slikanje z magnetno resonanco (MR) se zaradi hitrega razvoja MR tomografov visoke gostote magnetnega polja in drugih sestavnih delov sistema MR, vedno bolj uveljavlja pri prikazovanju bolezenskih sprememb v prsnem košu. Prikazovanje intersticijskih sprememb, ki nastanejo kot

posledica izpostavljenosti azbestu, je slabše, vendar se dobro prikažejo benigne in maligne spremembe na plevri in prisotnost plevralnega izliva. MR slikanje pljuč je omejeno zaradi nizke gostote protonov, popačenj, ki nastajajo zaradi magnetne dovzetnosti, bitja srca in dihanja (Ohno et al., 2004)

Raziskava, ki jo je opravila skupina zdravnikov iz bolnišnice Golnik, je pokazala, da se spreminja vzorec bolezenskih sprememb, ki se dokazujejo z diagnostičnimi slikovnimi metodami. V primerjavi s skupino iz 80. let je prisotne manj intersticijske prizadetosti in difuznih zadebelitev plevre, višji pa je delež plevralnih plakov, kar povečuje vlogo MR pri odkrivanju in spremljanju bolnikov z azbestno boleznijo (Rozman in sod., 2006).

Namen raziskave je bila ocenitev možnosti uporabe 3T MR tomografa pri slikanju bolnikov z azbestno boleznijo in primerjava s CT preiskavo.

METODE

V raziskavo je bilo vključenih petnajst bolnikov, od tega pet z azbestno boleznijo in deset z malignim mezoteliomom plevre (MMP).

Bolniki z azbestno boleznijo so imeli že predhodno opravljeno računalniško tomografijo prsnega koša, ki ni bila starejša od enega meseca in sem jo lahko uporabil za primerjavo z rezultati magnetne resonance. Pri sumu na maligno spremembo plevralnih plakov so opravili tudi pozitronsko emisijsko tomografijo z računalniško tomografijo (PET – CT). Vsi bolniki so bili moški in so bili poklicno izpostavljeni azbestu, štirje v podjetju Salonit Anhovo ter eden pri izdelovanju zavornih oblog v Avstriji. Najmlajši bolnik je bil star 53 let, najstarejši pa 76. Povprečna starost je bila 66 let.

Med bolniki z MMP je bilo šest moških in štiri ženske. Najmlajša bolnica je bila stara 50 let, najstarejši bolnik pa 75. Povprečna starost je bila 62 let. Poklicno izpostavljeni azbestu so bili trije moški, ostali so se z njim srečavali v okolju. Nihče ni imel predhodno ugotovljene azbestne bolezni. Pri vseh se je bolezen začela z oteženim dihanjem in bolečino v prsnem košu. Opravili so rentgensko slikanje pljuč, kjer je bil diagnosticiran plevralni izliv. Diagnostika se je nadaljevala z računalniško tomografijo in razbremenilno plevralno punkcijo. Plevralni punktati je bil poslan v citološko obravnavo, ki je pokazala različne rezultate. Za točno diagnozo je bila opravljena torakoskopija z odvzemom vzorca za histološko preiskavo ter pleurodeza (pevrodeza je umetno povzročeno vnetje plevre, z namenom, da se zaradi fibroze zlepiata visceralna in parietalna plevra). Sedem bolnikov je imelo epiteljski tip, dva sarkomatoidni in eden bifazni tip tumorja. Po potrditvi MMP so bili bolniki napoteni na zdravljenje na Onkološki inštitut v Ljubljani.

Za oceno razširjenosti procesa po TNM klasifikaciji in določitve načina zdravljenja so bolniki ponovno opravili CT s kontrastnim sredstvom in MR preiskavo prsnega koša.

Če je zdravnik specialist radiologije ocenil, da je mogoča kontrola zdravljenja z MR slikanjem, sem MR slikanje

med zdravljenjem ponovil. Bolnik tako ni bil izpostavljen ionizirajočemu sevanju in kontrastnemu sredstvu, ki se uporablja pri CT preiskavah. Jedno kontrastno sredstvo ima ravno tako kot citostatiki, toksičen vpliv na ledvice.

Protokol MR slikanja

Raziskava je potekala na magnetno resonančnem tomografu gostote polja 3T (Trio Team System, Siemens, Erlangen, Nemčija), ki je opremljen s sistemom gradientov z maksimalno amplitudo 40 mT/m in hitrostjo naraščanja gradienta 200 mT/m/ms.

Uporabil sem kombinacijo fazno nanizane tuljave za slikanje trupa (Body Matrix), ki je sestavljena iz šestih elementov ter fazno nanizane tuljave za slikanje hrbtenice (Spine Matrix), ki je pri omenjenem tomografu vstavljena v preiskovalno mizo. Za zmanjšanje popačenj, ki nastajajo zaradi dihanja, sem slikal v zadržanem dihu. S periferno pulzno enoto, ki zaznava srčni utrip, sem zmanjšal popačenja, ki nastajajo zaradi utripanja srca in velikih žil. Preiskava je bila izvedena brez uporabe kontrastnega sredstva.

Za prikaz mesta in razširjenost bolezenskega procesa sem MR preiskavo začel s T_2 TSE pulznim zaporedjem v koronarni in sagitalni ravnini. Sledilo je T_2 TSE pulzno zaporedje v transverzalni ravnini, pri katerem sem uporabil tudi tehniko SPIR (SPectral Inversion Recovery) za zasičenje signala iz maščevja (fat-sat – fs). Isto področje sem poslikal tudi s pulznim zaporedjem T_1 TSE. Časovna ločljivost posameznega pulznega zaporedja ni smela presegati 20 sekund, toliko časa namreč povprečni preiskovanec zadrži dih. Pri tem sem moral upoštevati tudi srčni utrip, ki ga zabeleži periferna pulzna enota. Za izvedbo preiskave sem povprečno porabil 20–30, minut odvisno od bolnikovega stanja in sodelovanja med preiskavo. Protokol sem pred začetkom raziskave preizkusil in izpopolnil na petih prostovoljcih.

Pri pulznem zaporedju T_2 TSE sem uporabil naslednje slikovne parametre:

- dolg TR, ki je bil povezan z bolnikovim srčnim utripom in je zanašal od od 3000 do 10000 ms, meritev sem izvajal med dvema srčnima cikloma,
- TE 100 ms,
- pravokotno slikovno polje (FOV) v razmerju 3:4, velikosti od 340 mm do 400 mm, odvisno od velikosti bolnika,
- debelina rezine 5 mm, z razmikom med rezinami 1 mm,
- slikovno matriko s 192 x 320 slikovnimi elementi pri transverzalnih rezih ter 208 x 320 pri koronarnih in sagitalnih rezih,
- tehniko SPIR za zasičenje signala iz maščevja pri transverzalnih rezih.

Uporabil sem paralelno tehniko slikanja, da sem čas posamezne meritve skrajšal na manj kot 20 sekund.

Pri pulznem zaporedju T_1 TSE sem uporabil naslednje slikovne parametre:

- TR od 600 do 800 ms, meritev sem izvajal med enim srčnim ciklom,
- TE 28 ms,

- pravokotno slikovno polje v razmerju 3:4, velikosti od 340 mm do 400 mm, odvisno od velikosti bolnika,
 - debelina rezine 5 mm, z razmikom med rezinami 2,5 mm,
 - slikovno matriko s 166 x 256 slikovnimi elementi z interpolacijo.
 - Uporabil sem paralelno tehniko slikanja, s čimer se je čas posamezne meritve skrajšal na manj kot 14 sekund.
- Tabela 1 prikazuje MR protokol, uporabljen v raziskavi.

Tabela 1: Protokol MR slikanja: pulzna zaporedja, protokol slikanja in parametri MR slikanja

pulzno zaporedje	T_2 TSE	T_2 TSE	T_2 TSE fs	T_1 TSE
ravnina	koronarna	sagitalna	transverzalna	transverzalna
TR nastavljen (ms)	3000	3000	4000	745
TE (ms)	100	100	100	7,1
FOV (mm)	400	400	340	340
debelina rezine (mm)	5	5	5	5
matrika	208 x 320	208 x 320	192 x 320	166 x 256
paralelno slikanje	faktor 2	faktor 2	faktor 2	faktor 2
opombe	zadržan dih	zadržan dih	zadržan dih	zadržan dih
opombe	EKG	EKG	EKG	EKG

Meritve intenzivnosti signala

V prsnem košu so zelo različne anatomske strukture, ki se ves čas gibljejo. MMP ima zelo invazivno raščo, ob tumorju je običajno prisoten tudi plevralni izliv. Pri MR slikanju se v tem področju srečujemo tudi s popačenji, ki nastajajo zaradi magnetne dovzetnosti ob mehkih delih, ki so v neposrednem stiku z zrakom v pljučih. Zaradi naštetega je signal iz anatomskih in patoloških struktur zelo različen in se ga težko ocenjuje. Tumor na T_2 fs obteženih slikah ob prisotnosti hiperintenzivnega izliva izgleda hipointziven, na T_1 obteženih slikah pa je zaradi hipointenzivnosti težko viden. Zato sem se odločil, da bom izmeril intenzivnost signala v tumorju in jo primerjal z intenzivnostjo signala v mišici.

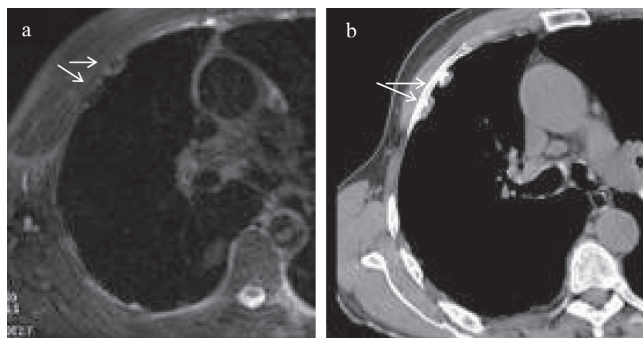
Meritve intenzivnosti signala sem opravil na delovni postaji Syngo MultiModality Work Place (Siemens, Erlangen, Nemčija) s programsko opremo Syngo 30B. Interesno območje sem postavil v lezijo in v mišico, ki sem jo določil skupaj z zdravnikom specialistom radiologije. Velikost interesnega območja je znašala od 0,3 do 0,2 cm², odvisno od velikosti lezije.

Za izvedbo raziskave sem pridobil dovoljenje Komisije RS za medicinsko etiko.

REZULTATI

Plevralni plaki imajo na T_1 in T_2 fs obteženih slikah v primerjavi z mišico hipointeziven signal. Razlika v signalu nastane zaradi različne vsebnosti proste vode v benignih oz. malignih lezijah. V nekaterih plakih sem opazil zelo nehomogen signal in hiperintenziven rob (slika 1 a in b). Kalcinirani plaki so na

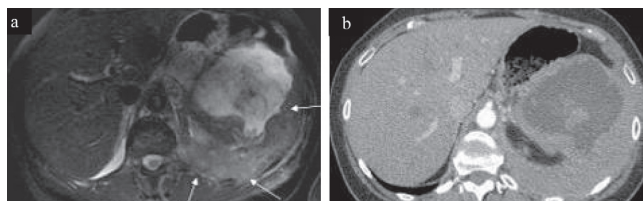
MR slikah slabše prikazani, kajti iz kalciniranega dela plaka ni signala. Difuzne zadebelitve plevre so na MR slikah bolj poudarjene.



Slika 1: T₂ fs obtežena slika – a in CT slika istega preseka – b. a: puščici prikazujeta benigna plevralna plaka, ki sta hipointenzivna z hiperintenzivnim robom. b: na CT sliki so vidne kalcinacije na zunanji strani obeh plakov (puščici).

Z MR preiskavo lahko ločimo maligne spremembe plevre od benignih, ker je na T₂ fs obteženih slikah signal malignih izrazito hiperintenziven. Na malignen razvoj bolezn pa kaže tudi prizadetost mediastinalne plevre, nepravilna oblika in robovi plevre ter infiltracija v torakalno steno in trebušno prepono.

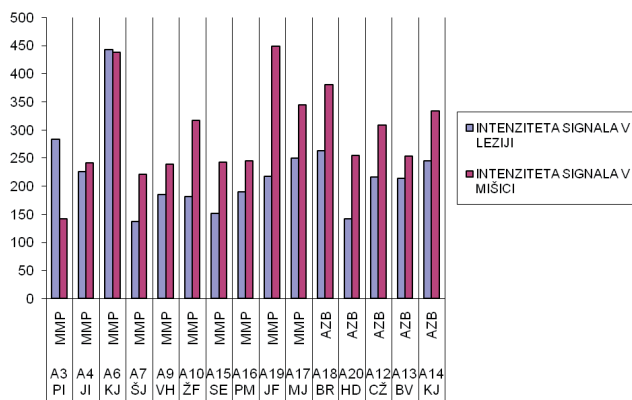
MMP ima na T₁ obteženih slikah hipo do izointenziven, na T₂ pa hiperintenziven signal. Signal je lahko nehomogen, kar ni v povezavi s histološko diagnozo. Na T₂ fs obteženih slikah je viden dober kontrast med plevralnim izlivom in tumorskimi masami (slika 2a).



Slika 2: T₂ fs obtežena slika – a in CT slika s kontrastnim sredstvom istega preseka – b. Puščice prikazujejo invazivno rast MMP v torakalno steno, trebušno prepono in trebušno votlino. Kontrastna ločljivost na CT sliki je v primerjavi z MR sliko slabša, zato je razrast tumorja manj viden.

Izmerjena intenzivnost signala na T₁ obteženih slikah je pokazala, da je MR signal lezije v primerjavi s signalom mišice pri bolnikih z MMP v osmih primerih hipointenziven (80%). Hiperintenziven signal je bil izmerjen samo v enem primeru (A3 PI). Na MR slikah je bil prikazani tumor zelo velik in neenakomerne strukture. V enem primeru (A6 KJ) pa sem izmeril izointenziven signal. Pri bolnikih z azbestno boleznijo so bili vsi izmerjeni signali hipointenzivni (100%). Na sliki 3 je graf, ki prikazuje primerjavo intenzivnosti signalov med lezijami in mišicami na T₁ obteženih slikah.

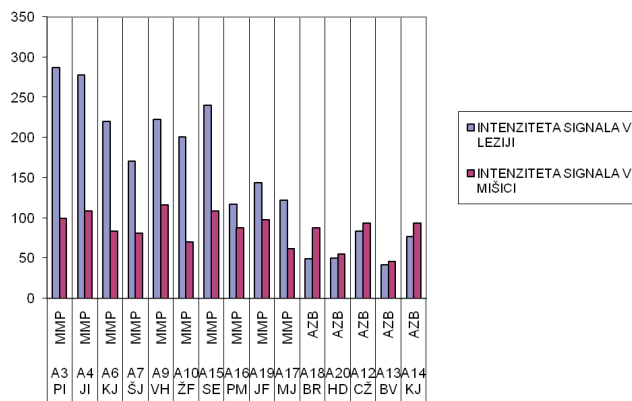
IZMERJENA INTENZITETA SIGNALA NA T₁ OBTEŽENIH SLIKAH



Slika 3: Izmerjena intenziteta signala na T₁ obteženih slikah. Graf prikazuje razlike med izmerjeno intenzivnostjo signala v mišici v primerjavi s tumorjem oziroma plevralnimi plaki. Na abscisi so navedeni bolniki in njihova bolezen. Prvih deset bolnikov je imelo MMP, zadnjih pet pa azbestno bolezen. Razvidno je, da je signal v tumorju pri osmih bolnikih hipointenziven, pri dveh pa hiper oziroma izointenziven. Signal v benignih plakih je v primerjavi z mišico v vseh primerih hipointenziven.

Pri obdelavi podatkov, ki sem jo dobil z meritvijo intenzivnostjo signala na T₂ fs obteženih slikah, sem opazil razliko v intenzivnosti signala med maligno in benigno obliko bolezn. Signal v malignih lezijah je bil v vseh primerih (100%), v primerjavi s signalom iz mišice izrazito hiperintenziven, medtem ko je bil v benignih plevralnih plakih v vseh primerih (100%) hipointenziven. Tako lahko rečemo, da kaže povišan signal v leziji na T₂ fs obteženih slikah na maligno obliko bolezn. Na sliki 4 je graf, ki prikazuje primerjavo intenzivnosti signalov med lezijami in mišicami na T₂ fs obteženih slikah.

IZMERJENA INTENZITETA SIGNALA NA T₂ fs OBTEŽENIH SLIKAH



Slika 4: Izmerjena intenzivnost signala na T₂ fs obteženih slikah. Graf prikazuje razlike med izmerjeno intenziteto signala v mišici v primerjavi s tumorjem oziroma plevralnimi plaki. Na abscisi so navedeni bolniki in njihova bolezen. Prvih deset bolnikov je imelo MMP, zadnjih pet pa azbestno bolezen. Razvidno je, da je signal v tumorju v primerjavi z mišico hiper, v benignih plakih pa hipointenziven.

RAZPRAVA

Prednost MR slikanja v primerjavi s CT slikanjem je v njeni odlični kontrastni ločljivosti, ki pride posebej do izraza pri prikazovanju mehkih delov v prsnem košu. MR preiskava tako bolje prikaže invazijo tumorja v torakalno steno, trebušno prepono in organe v medpljučju. Preraščanje tumorja v trebušno votlino lahko dobro prikažemo s slikanjem v sagitalni in koronarni ravnini. Visoka gostota magnetnega polja omogoča prikaz prizadetosti endotorakalne fascije in perikarda.

Meritve intenzivnosti signala iz patološko povečanih bezgavk pri pljučnem karcinomu so poznane. Ohno in sod. (2004) so uporabili tehniko STIR, ki je zelo občutljiva za prikaz patoloških sprememb, vendar imajo T_2 fs obtežene slike, ki so bile uporabljene v moji študiji, boljše prostorsko ločljivost in z njimi prikažemo več podrobnosti. Pri meritvah signala so uporabili tudi fantom, napolnjen s fiziološko raztopino (0,9% NaCl), ki so ga položili ob bolnika. Primerjali so intenzivnost signala, izmerjenega v bezgavkah, z intenzivnostjo signala iz fantoma ter ocenjevali velikost bezgavk. Ugotovili so, da je kvantitativna metoda enako občutljiva kot PET, tudi kvalitativna ocena za njo ne zaostaja tako, da jo lahko nadomesti. Falashi in sod. (1996) so v svoji raziskavi, v kateri je sodelovalo štiriinideset bolnikov, primerjali intenzivnost signala na T_2 , protonsko gostotno in T_1 obteženih slikah po uporabi kontrastnega sredstva z intenzivnostjo signala v medrebrnih mišicah. Njihov zaključek je bil, da hipointenziven signal na slikah, kjer je bil uporabljen dolg TR, kaže na benigno bolezen. Moj zaključek je bil podoben, vendar pa sem imel v raziskavi le pet bolnikov z benigno obliko azbestne bolezni in sem zato rezultat oblikoval tako, da je poudarjal intenzivnost signala iz MMP, ki je hiperintenziven.

S CT preiskavo lahko bolje prikažemo pljučni parenhim in intersticij ter bolezenske spremembe v njem. Zato je za prikaz azbestoze CT preiskava še vedno zlati standard. Pomembna je predvsem kot nadaljevanje diagnostične obdelave po RTG slikanju pljuč in srca. Preiskava je bolj dostopna, ker imamo v Sloveniji majhno število MR tomografov in tudi ustanov, ki bi lahko izvajale zahtevnejše preiskave, med katere sodi tudi MR slikanje prsnega koša. Nekateri avtorji omenjajo tudi višjo ceno MR preiskave v primerjavi s CT preiskavo (Heelan et al., 1999), vendar v mojem primeru nisem uporabil kontrastnega sredstva, kar znižuje ceno MR slikanja.

ZAKLJUČEK

Rezultati moje raziskave kažejo, da je MR slikanje prsnega koša primerna diagnostična slikovna metoda za prikaz sprememb, ki so posledica izpostavljenosti azbestu. V primerjavi s CT preiskavo enakovredno ali celo bolje prikaže vse anatomske strukture in patološke spremembe, razen sprememb v pljučnem parenhimu.

Upoštevati moramo dejstvo, da so bolniki pri spremljanju azbestne bolezni velikokrat preiskovani z diagnostičnimi metodami, ki uporabljajo ionizirajoče sevanje. Da bi zmanjšali

njihovo dozno obremenitev, bi morali med diagnostične slikovne metode vključiti tudi MR.

CT preiskava še vedno ostaja zlati standard pri prikazovanju bolezenskih sprememb v prsnem košu. K temu prispeva tudi dejstvo, da je MR v Sloveniji zelo nedostopna preiskava, vendar število MR tomografov visoke gostote magnetnega polja narašča.

LITERATURA

Bekkelund SI, Aasebø U, Pierre-Jerome C, Holmboe J (1998). Magnetic resonance imaging of the thorax in the evaluation of asbestosis. *Eur Respir J* 11 (1): 194-7.

Falashi F, Battolla L, Mascalchi M (1996). Usefulness of MR signal intensity in distinguishing benign from malignant pleural disease. *AJR Am J Roentgenol* 166 (4): 963-8.

Heelan RT, Rusch VW, Begg CB, Panicek DM, Caravelli JF, Eisen C (1999). Staging of malignant pleural mesothelioma: comparison of CT and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 172 (4): 1039-47.

Kocijančič A, Mrevlje F ur. (1993). *Interna medicina*. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 325-328.

Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D et al. (2004). Metastases in mediastinal and hilar lymph nodes in patients with non-small cell lung cancer: quantitative and qualitative assessment with STIR turbo spin-echo MR imaging. *Radiology* 231 (3): 872-9.

Rozman A, Remškar Z, Cesar R, Fležar M (2006). Ali se vzorec bolezenskih sprememb azbestne bolezni v Sloveniji spreminja? *Zdrav vestn* 75 (9): 561-6.

Scagliotti GV, Novello S (2005). State of the art in mesothelioma. *Ann Oncol*. 16 (Suppl 2): 240-5.

Taveras JM and Ferrucci JT eds. (1995). *Radiology : diagnosis, imaging, intervention*. Vol. 1. Philadelphia: Lippincott, 1-22.

Vrečko P, Srna M, Teržan M (2002). *Varno delo z azbestom*. Ljubljana: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Urad RS za varnost in zdravje pri delu.

Wagner JC, Sleggs CA, Marchand P (1960). Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province. *Br J Ind Med* 17: 260-71.

Članek je objavljen z dovoljenjem revije *Radiology and Oncology*