

# De validiteit van echografie bij letsels van de rotator cuff. Mogelijke invloed van echografie op het fysiotherapeutisch handelen

## G. Koel, MSc

Eerstelijns praktijk  
Wooldersteen, Hengelo; Saxion  
kenniscentrum 'Gezondheid,  
welzijn en technologie',  
Enschede

## P. van der Tas

Eerstelijns praktijk Weerselo

## Correspondentieadres

De heer P. van der Tas  
Praktijk voor (Sport)  
Fysiotherapie en Echografie  
Stadlohnallee 2  
7595 BP weerselo  
E: info@fysiovandertas.nl  
www.fysiovandertas.nl

Het stellen van een goede diagnose bij schouderaandoeningen is niet eenvoudig. Dit artikel bestaat uit een verkennende literatuurstudie van dertig diagnostische studies naar de vraag of musculoskeletal ultrasound (MSU) een valide meetinstrument is om letsels van de rotator cuff (RC) aan te tonen. De artroscopie geldt hierbij als gouden standaard. De kwaliteit van MSU wordt vergeleken met die van magnetic resonance imaging (MRI). De kwaliteit van de meetinstrumenten wordt uitgedrukt in de likelihood ratio (LR) met LR++ als hoogste waarde (kwalificatie: LR+ > 10 en/of LR- < 0,1). Voor het diagnosticeren van volledige en partiële peesletsels kent MSU de kwaliteit LR++ in respectievelijk 59% en 44% van de studies; voor MRI is dat in respectievelijk 41% en 30% van de studies het geval. De resultaten van de literatuurstudie worden vergeleken met de uitkomsten van twee recente reviews. MSU blijkt een valide meetinstrument met een goede praktische hanteerbaarheid. Vervolgens worden vier vragen bediscussieerd over de relevantie van fysiotherapeutische toepassing van MSU.

Hoewel RC-rupturen niet altijd symptomatisch zijn, is diagnostiek wel belangrijk. Omdat orthopeden het effect van een cuff-repair dienen in te schatten, is tijdig verwijzen geïndiceerd. In principe zijn fysiotherapeuten geschikte professionals om MSU toe te passen. De fysiotherapeut heeft een gedegen kennis van de anatomie en (patho)fysiologie van het bewegingsapparaat en combineert het lichamelijk onderzoek met MSU, zodat a-symptomatische rupturen eerder worden gediagnosticeerd. Wel dienen fysiotherapeuten aan te tonen dat de validiteit en reproduceerbaarheid van fysiotherapeutische MSU-toepassing van goede kwaliteit is.

Het stellen van een diagnose bij schouderaandoeningen gaat met onzekerheid gepaard. Aangezien schouderaandoeningen een hoge prevalentie hebben en adequaat behandelen pas mogelijk is na een correcte diagnose, is sprake van een probleem.<sup>1,2</sup> Letsels van de rotator cuff (RC) vormen een mogelijk pathologisch substraat voor problemen van de schouder. Het vermogen van de klinische tests om te differentiëren tussen tendinopathie (tendinose), partiële of totale ruptuur is beperkt.<sup>3,4</sup> In de in eerstelijns praktijken wordt in toenemende mate echografie of musculoskeletal ultrasound (MSU) als diagnostisch middel toegepast. Om deze reden is het relevant om vast te stellen in hoeverre MSU bijdraagt aan de klinische diagnostiek van schouderaandoeningen. Aan MSU dienen dezelfde voorwaarden gesteld te worden als aan andere meetinstrumenten. Belangrijke voorwaarden zijn: betrouwbaarheid, validiteit, responsiviteit en praktische hanteerbaarheid.<sup>5</sup>

In dit artikel worden met name validiteit en praktische hanteerbaarheid van MSU beschreven. Bekend is dat in de tweede lijn frequent magnetic resonance imaging (MRI) als diagnostisch middel bij schouderaandoeningen wordt ingezet. Interessant is dan ook de vraag in welke mate de validiteit van MSU bij het

## Key points

- De validiteit en praktische hanteerbaarheid van echografie bij letsels van de rotator cuff zijn voldoende.
- Het gebruik van echografie in de fysiotherapeutische praktijk heeft een mogelijke meerwaarde bij de diagnostiek van rotatorcuff-rupturen.
- Fysiotherapeuten die echografie als diagnostisch middel willen gebruiken, dienen een gerichte training te volgen.
- Onderzoek naar de kwaliteit van echografie uitgevoerd door fysiotherapeuten is gewenst.

vaststellen van RC-letsels zich verhoudt tot die van MRI. Om deze vraag te beantwoorden, is een verkennende literatuurstudie uitgevoerd en zijn de aanbevelingen in twee reviews geraadpleegd. Aan de hand van de resultaten en van gegevens over het voorkomen en beloop van RC-letsels wordt de mogelijke meerwaarde van MSU in de eerstelijns praktijk en de consequenties voor het proces van klinisch redeneren beschreven.

### Kader 1 De praktische toepassing van RC-onderzoek met MSU

Bij de toepassing van MSU wordt met een geluidskop ultrageluid, via een geleidende gel, toegeleid aan het lichaam. De reflecterende trillingen worden vervolgens opgevangen en afgebeeld, waarbij verschillende weefsels te onderscheiden zijn door hun mate van echogeniciteit. Gezonde pezen zijn hyperechoogeen en worden als een grotendeels homogene witte structuur afgebeeld. Om een weefsel goed af te beelden, dient het in de bundel loodrecht getroffen te worden.

Het onderzoek van de RC vindt plaats bij de zittende patiënt in de eerste positie met de te onderzoeken schouder langs het lichaam en de gesupineerde onderarm rustend op het bovenbeen. In deze positie kan de bicepspees transversaal en longitudinaal in beeld worden gebracht. Door de arm te exoroteren wordt de m. subscapularis beoordeeld. Daarna wordt

de arm op de rug gebracht (endorotatie en retroflexie) zodat de pezen van de mm. supra- en infraspinatus, die zich in de neutrale positie grotendeels onder het acromion bevinden, goed zichtbaar worden. Hierbij worden achtereenvolgens beide pezen in dwarse en lengterichting, alsmede de subacromiale bursa, echografisch beoordeeld. Ook wordt het verloop van de humeruskop beoordeeld op oneffenheden. Zie *figuur 1 en 2*.

In de neutrale positie wordt vervolgens een dynamisch onderzoek in abductie en elevatie uitgevoerd om vast te stellen of de RC en de bursa op normale wijze onder het acromion glijden. Tevens blijkt dan of voldoende naar caudaal glijden van de humeruskop plaatsvindt. Voor de volledigheid wordt vermeld dat naast de RC en andere subacromiale weefsels MSU ook een beoordeling mogelijk maakt van delen van het dorsale labrum glenoïdale, de recessus axillaris en het AC-gewricht. Vaak worden beide schouders vergeleken.

**Figuur 1** MSU-diagnostiek met de transducer in een dwarse positie.



a: dwarse positie van de sensor; b: normaal beeld van de RC met van boven naar beneden de m. deltoïdeus, de RC en het kraakbeen van het caput humerus; c: pathologisch beeld met afwezigheid van de supraspinatuspees en een onregelmatig tuberculum majus.

**Figuur 2** MSU-diagnostiek met de transducer in een lengtepositie.



a: lengtepositie van de sensor; b: normaal beeld van de RC met de m. deltoïdeus, de m. supraspinatus en de humeruskop; c: pathologisch beeld met duidelijke non-visualisatie in delen van de pees van de m. supraspinatus.

### Toepassing MSU bij onderzoek van de RC

In *kader 1* wordt de praktische toepassing van MSU bij RC-letsels weergegeven en criteria voor het vaststellen van een RC-ruptuur.<sup>6-11</sup> Jacobson *et al.* benoemden drie primaire en vier secundaire criteria bij letsels van de supraspinatuspees.<sup>8</sup>

De drie primaire afwijkingen zijn:

- non-visualisatie van (een deel van) de pees;
- abnormale pees-echogeniciteit (meestal hypo- of anechoog);
- het dunner worden van de pees.

Bij deze afwijkingen worden de randen van de pees benoemd en wordt aangegeven of sprake is van een partieel letsel aan de gewrichtszijde, een ‘intra-substance’ letsel, een letsel aan de bursazijde of een letsel aan beide zijden.

De vier secundaire afwijkingen zijn:

- corticale onregelmatigheid van het caput humeri;
- een lokale kraakbeen-hyperechogeniciteit;

- gewrichtsvocht rond de bicepspees;
- gewrichtsvocht in de (verdikte) bursa.

Jacobson *et al.* onderzochten 50 supraspinatuspezen voorafgaand aan artroscopie.<sup>8</sup> Met de artroscopie als ‘gouden standaard’ stelden zij de diagnose: volledige ruptuur (n = 21), partiële ruptuur bursazijde (n = 5), partiële ruptuur gewrichtszijde (n = 10) of geen ruptuur (n = 14). De 5 pezen die non-visualisatie toonden, hadden alle een volledige ruptuur, maar slechts 24% van de volledige rupturen had een non-visualisatie. Dat betekent dat de sensitiviteit matig is, maar de specificiteit prima; geen van de goede of partieel-geruptureerde pezen toonde non-visualisatie. Het benoemen van een hypo-echogene zone in combinatie met de uitspraak over de beschadigde rand(en) van de pees, leidde tot een goede sensitiviteit voor het vaststellen van volledige of partiële rupturen. In een recent leerboek benoemden Bianchi en Martinolli de volgende vier belangrijke criteria:

**Tabel 1** Klassering van positieve (+) en negatieve (-) likelihood ratio's (LR's).

LR+	LR-	Score LR	Betekenis
> 10	< 0,1	++	belangrijke (pathognomonische) test
5 - 10	0,1 - 0,2	+	test met duidelijke invloed op diagnose
2 - 5	0,2 - 0,5	±	klinisch, mogelijk relevant, indien ondersteund door meerdere klinische bevindingen
1 - 2	0,5 - 1	-	test zonder relevantie, niet onderscheidend

- non-visualisatie van peesvezels;
- impressie van de m. deltoideus of bursa in de RC;
- het kraakbeen-interfaceteken;
- botonregelmatigheid van het tuberculum majus.

Omdat een echografist meerdere aspecten kan beoordelen, is duidelijkheid gewenst omtrent het diagnostische afkappunt: 'Wanneer spreken we van een ruptuur?'

## Methode

Om een indruk te krijgen van de validiteit van MSU en MRI bij peesrupturen is een zoekactie in PubMed ([www.pubmed.gov](http://www.pubmed.gov)) uitgevoerd. In de query box werden de zoektermen 'ultrasonography', 'OR' en 'MRI' gecombineerd met 'rotator cuff' en 'sensitivity or specificity'. De actie leidde tot ruim 200 hits. Omdat als 'gouden standaard' de arthroscopie werd gebruikt, werd gekozen voor het toevoegen van de zoekterm: 'surgery'. Er werd een 'limit' aangebracht voor 'human' en voor het tijdvak van 01-01-1990 tot en met 31-12-2004. Indien het abstract voldoende gegevens bevatte over sensitiviteit en specificiteit, werd de studie geïnccludeerd. Op deze wijze werden uiteindelijk 30 effectstudies geselecteerd (*appendix*).

Om de validiteit van MSU en MRI te kwantificeren werden de likelihood ratio's (LR's) of aannemelijkheidsratio's gebruikt. De LR geldt als het belangrijkste criterium om de waarde van een diagnostisch middel vast te stellen.<sup>12,13</sup> De LR van een positieve test (LR+) is de verhouding tussen de personen met een positieve test die daadwerkelijk de aandoening hebben en de personen met een positieve test die de aandoening niet hebben. De LR van een negatieve test (LR-) is de ratio tussen personen met een negatieve test die de aandoening hebben, gedeeld door de

personen met een negatieve test die de aandoening niet hebben.

De LR combineert de waarden voor sensitiviteit en specificiteit, hetgeen de interpretatie praktischer maakt, en is onafhankelijk van de prevalentie van een aandoening (een nadeel van de voorspellende waarde van een test). In formule is de LR+ [(sensitiviteit)/(1 - specificiteit)] en de LR- [(1 - sensitiviteit)/specificiteit]. Clinici willen graag tests gebruiken die een sterk onderscheid maken tussen personen met en zonder een aandoening en dus zijn onderzoeksmiddelen met een hoge LR+ (een positieve test maakt de kans groot dat de persoon de aandoening heeft) of een lage LR- (een negatieve test maakt de kans groot dat de persoon de aandoening niet heeft) belangrijk.

## Resultaten

De zoekactie leverde 30 diagnostische studies op waarvan de LR's werden gescoord en geklasseerd. In *tabel 1* wordt de waardering van de LR aangegeven. In de 30 studies werd 19 keer de MSU en 7 keer de MRI vergeleken met arthroscopie; in 5 studies werden zowel de MSU als de MRI vergeleken met arthroscopie. In *figuur 3a* staan de LR's voor de MSU-studies; in *figuur 3b* staat dezelfde weergave, maar nu voor de MRI-studies.

Omdat het aantal artikelen die de validiteit van MSU en MRI onderzoeken varieert, werd gekozen voor de weergave door middel van een samengesteld staafdiagram waarin percentages worden aangegeven. De linkerkolom geeft het percentage aan voor volledige peesrupturen (full thickness rupture, FTR), de rechterkolom het percentage voor partiële peesrupturen (partial thickness rupture, PTR). Om voor de klasse LR++ in aanmerking te komen, dient de LR+ groter dan 10 of de LR- kleiner dan 0,1 te scoren. Een diagnostisch middel uit de categorie LR++ maakt een groot onderscheid tussen personen met en zonder een aandoening. Een positieve of negatieve test heeft dan daadwerkelijk klinische betekenis en een sterke invloed op het te volgen beleid.

*Figuur 3* laat zien dat FTR's beter te diagnosticeren zijn dan PTR's. Maar liefst 59% van de MSU-studies naar de aanwezigheid van een volledige ruptuur scoort in de hoogste klasse. Voor een partiële ruptuur geldt dit voor 44% van de studies. De MRI scoort met respectievelijk 41% en 30% wat lager.

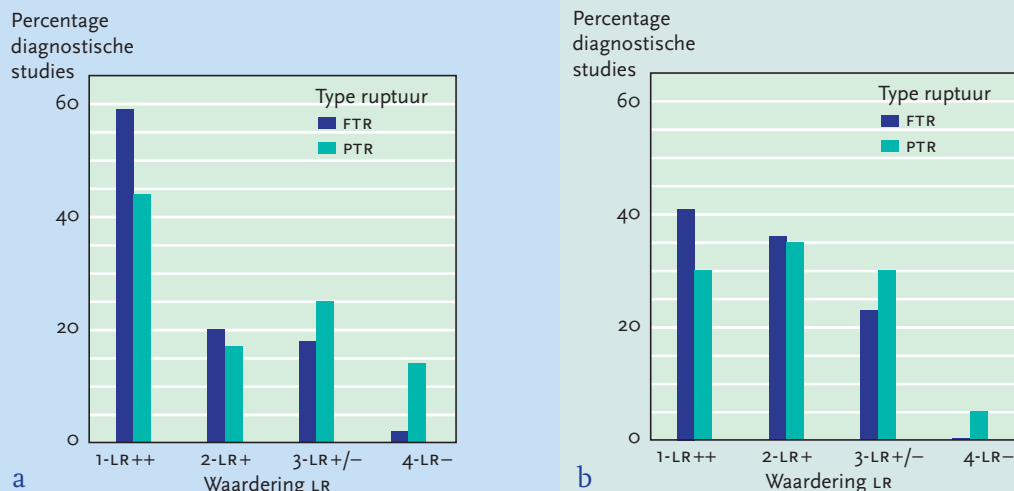
### Kader 2 Waarde van de Likelihood ratio (LR) voor de dagelijkse praktijk

Om een indruk te krijgen van de relevantie van de LR voor de praktijk hierbij een schets van een klinische situatie.

Er vindt summier klinisch onderzoek plaats bij een patiënt van 45 jaar oud, die vanwege een impingement een onvermogen heeft de arm te heffen boven de 100° (de voorafkans op een totale RC-laesie wordt gesteld op 15%). Toepassen van MSU met een LR+ van 10, een realistisch gemiddelde, betekent dat indien de MSU positief is, de achterafkans stijgt tot 60%.

Bij een beter onderzoek (trauma aanwezig, minder kracht, positieve lag-test) neemt de voorafkans op een ruptuur toe tot 40%. Die voorafkans wordt door een positieve uitkomst van de MSU verhoogd tot een achterafkans van 90%. Een percentage dat een verwijzing naar een orthopeed motiveert. Kortom, een test met een hoge LR, zoals MSU voor RC-letsels, heeft betekenis voor het beleid in de praktijk.

**Figuur 3** Samengesteld staafdiagram dat de LR-score aangeeft van (a) 23 diagnostische studies met MSU en (b) 11 diagnostische studies met MRI.



FTR: full thickness rupture (= volledige peesruptuur); PTR: partial thickness rupture (partieel peesruptuur). De som van de percentages bedraagt 100 (door afronding voor FTR hier 99).

## Discussie

Om de discussie over de mogelijke meerwaarde van MSU in de klinische praktijk te entameren is een verkennende literatuurstudie uitgevoerd. Hieruit blijkt dat er aanwijzingen zijn dat MSU een bijdrage levert aan het aantonen dan wel uitsluiten van volledige en/of partiële peesrupturen rondom de schouder. Hierbij dient wel de kanttekening te worden gemaakt dat de patiëntenpopulatie die onderzocht is, bestaat uit patiënten die op de nominatie staan voor een artroscopie; een populatie met een hoge prevalentie aan 'ernstige' aandoeningen die afwijkt van de gemiddelde impingement patiënt in de eerste lijn. Deze verkennende literatuurstudie kent een aantal beperkingen. Zo is de zoekactie beperkt tot de diagnostische studies in PubMed waarin zowel de sensitiviteit als specificiteit genoemd werden en is de methodologische kwaliteit van de afzonderlijke studies niet in ogenschouw genomen. Er is daarom geen sprake van een systematische review.

We hebben onze resultaten vergeleken met de aanbevelingen in twee recente reviews uit 2003 en 2005 over diagnostiek bij aandoeningen van de schouder. De Health Technology Assessment review (Dinnes *et al.*) concludeert dat MSU en MRI even goed zijn in het vaststellen van volledige rupturen, dat MSU mogelijk beter is in het diagnosticeren van partiële letsels en dat MSU uiteraard veel goedkoper is.<sup>14</sup> De richtlijn uit Nieuw Zeeland klasseert de gegeven adviezen in vier categorieën: goede externe evidentie (categorie A), redelijke externe evidentie, opinie van experts of consensus en ontbrekende evidentie.<sup>15</sup> Bij een hypothese dat bij een patiënt sprake is van een RC-ruptuur geldt de aanbeveling uit categorie A: 'verwijs de patiënt voor een MSU-onderzoek'. In deze richtlijn wordt de voorkeur gegeven aan MSU en wordt de MRI zo nodig gebruikt om een RC-letsel te excluseren.

De prijs-kwaliteitverhouding van MSU-apparatuur is

gunstig en maakt dat een eerstelijns fysiotherapeut kan besluiten een apparaat aan te schaffen. De validiteit om peesrupturen vast te stellen lijkt goed te zijn.

We gaan nu in op vier vragen die opdoemen bij de MSU-toepassing door fysiotherapeuten: (1) Wat is nu eigenlijk het nut van het vaststellen van een peesruptuur? (2) Leidt het vaststellen van structurele schade tot het advies een orthopeed te consulteren? (3) Zijn fysiotherapeuten geschikte professionals om MSU toe te passen? en (4) Is MSU ook bruikbaar voor het diagnosticeren van andere aandoeningen?

Allereerst de vraag of peesrupturen symptomatisch zijn. Er is geen een-op-eenrelatie aanwezig tussen een afwijking die met beeldvorming zichtbaar gemaakt wordt en klachten van de patiënt. Zo vinden Milgrom *et al.*<sup>16</sup> en Sher *et al.*<sup>17</sup> bij MRI-opnames van asymptomatische schouders frequent peesrupturen. Milgrom stelt bij 90 personen zonder schouderklachten vast dat verschillende FTR-letsels aanwezig zijn.<sup>16</sup> In gelijke mate aan de dominante en niet-dominante zijde en boven de 60 jaar is de a-symptomatische FTR-prevalentie 55%. Sher komt tot dezelfde bevindingen; bij 96 personen zonder schouderklachten blijkt de frequentie van peesrupturen bij de groep boven de 60 jaar oud 54% te zijn (25 van de 46 personen; 13 keer een FTR en 12 keer een PTR).<sup>17</sup>

Frost *et al.* 'matchen' 42 patiënten met een impingementsyndroom met 31 personen van gelijke leeftijd zonder impingementsyndroom.<sup>18</sup> In beide groepen blijkt in ruim 50% RC-pathologie aantoonbaar op MRI-opnames. Miniaci *et al.* maken MRI-opnames van beide schouders van 14 jonge baseballwerpers zonder schouderklachten.<sup>19</sup> Het blijkt dat zowel de dominante als niet-dominante zijde veel RC-veranderingen laten zien (80%).

De functie van de RC is relevant om bij het heffen van de arm de caput humeri centraal in de cavitas glenoidalis te houden, zodat geen impingement ontstaat,

of erger, een RC-artropathie waarbij de caput humeri articuleert met het schouderdak. Een geleidelijke ontstaanswijze bij personen die hun schouders niet zwaar belasten, kan een verklaring zijn voor de groep asymptomatische RC-rupturen.

Er is een beperkt aantal studies die het natuurlijke beloop van patiënten met RC-rupturen beschrijven. Yamanaka *et al.* volgen 40 personen met een PTR aan de gewrichtszijde gedurende 1,5 jaar en stellen vast dat bij 50% een toename van het letsel optreedt en dat bij 10 personen een FTR ontstaat.<sup>20</sup> Yamaguchi *et al.* volgen 58 personen met een asymptomatische met MSU gediagnosticeerde ruptuur gedurende 3 jaar en stellen vast dat bij de helft van die personen klachten ontstaan.<sup>21</sup> Sorensen *et al.* onderzoeken 104 patiënten na een acuut schouderletsel en stellen vast dat in vergelijking met MSU het klinisch onderzoek leidt tot een onderschatting van het aantal geconstateerde peesrupturen (MSU: 58,1%, klinische tests: 49,9%).<sup>22</sup> Acht patiënten met een FTR werden vanwege geringe klachten niet geopereerd en een jaar later opnieuw met MSU onderzocht: bij 5 patiënten was de FTR groter geworden en was sprake van aanhoudende klachten en beperkingen, 1 keer was de ruptuur gelijk gebleven en 2 keer was de ruptuur verminderd. De laatste 2 patiënten waren duidelijk jonger (39 en 42 jaar oud). De studies laten zien dat slechts bij de minderheid van de patiënten sprake is van herstel en dat bij een deel van de patiënten met aanvankelijk a-symptomatische RC-rupturen toch klachten ontstaan.

Is het zinvol om een patiënt met een symptomatische RC-ruptuur te adviseren een orthopedisch chirurg te consulteren? Studies naar de effectiviteit van cuff-repairs duiden op goede resultaten, zelfs bij ogenschijnlijk ongunstige situaties, zoals bij enige vette degeneratie en een operatie lange tijd na het ontstaan (Burkhart *et al.*<sup>23</sup> na gemiddeld 39 maanden; Lahteenmaki *et al.*<sup>24</sup> na gemiddeld 19 maanden).<sup>22-24</sup> Hoewel meerdere opties mogelijk zijn, is een indicatie voor het consulteren van een orthopeed aanwezig.

Het is duidelijk dat niet de beeldvormende techniek alleen, maar de combinatie van klinisch onderzoek en beeldvormende technieken aanleiding geeft tot de diagnose. Het lijkt dus een voordeel dat de therapeut die het klinisch onderzoek uitvoert ook de MSU maakt. Ziegler *et al.*<sup>7</sup> en Ianotti *et al.*<sup>25</sup> beschrijven dat de combinatie van klinisch onderzoek en MSU tot goede en valide diagnostiek leidt. Zij spreken van de voordelen van 'in-office'-MSU. De praktische hanteerbaarheid van MSU is goed en de clinicus kan zo nodig de MSU-opnames in verschillende posities herhalen. Mogelijk een verklaring voor de hoge LR++-scores voor MSU in *figuur 3a*. Herhaling van metingen leidt wel tot vragen over de reproduceerbaarheid. Er zijn niet veel studies te vinden over de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van MSU. Scheel<sup>26</sup> en Naredo<sup>27</sup> stellen onder reumatologen een redelijke (Kappawaarde 0,50) tot goede (Kappawaarde 0,76) interbeoordelaarsbetrouwbaarheid vast voor schouderletsels. Middleton *et al.*<sup>28</sup> laten 2 radiologen bij 61 patiënten met MSU een diagnose stellen die later met arthroscopie wordt vergeleken. De radiologen dienden

vast te stellen of sprake was van een FTR, PTR of geen letsel. Bij 56 van de 61 patiënten was sprake van een overeenstemming; bij geen overeenstemming ging het om het verschil tussen FTR of PTR. O'Connor *et al.*<sup>29</sup> onderzochten de betrouwbaarheid van 3 radiologen, 2 ervaren en 1 minder ervaren professional, die elk 24 patiënten diagnosticeerden. De mogelijke diagnoses waren: FTR, PTR, calcificatie, tendinose, vocht in de bursa, vocht rondom de bicepspees en dynamische tekens van impingement. De beide ervaren radiologen tonen een goede interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (Kappa > 0,6); de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid met de minder ervaren radioloog was onvoldoende (Kappawaarden 0,18 en 0,21). Heeft het gebruik van MSU een lange leercurve? Het hanteren van MSU kent veel eigen handelingen, zodat de invloed van de onderzoeker op voorhand groot is. Het laatstgenoemde onderzoek (van O'Conner *et al.*) naar de betrouwbaarheid lijkt aan te geven dat ervaring noodzakelijk is.<sup>29</sup> Ook Kayser *et al.* geven aan dat de orthopeed met veel MSU-ervaring wat vaker de juiste diagnose stelt dan de orthopeed met minder MSU-ervaring.<sup>30</sup> Anderzijds stelt Moosmayer vast dat een goede basiskennis van het bewegingsapparaat een snelle leercurve mogelijk maakt.<sup>31</sup> In 66 van de 79 met MSU onderzochte schouders werd de MSU-diagnose van de onervaren orthopeed door de arthroscopie bevestigd.

Er zijn andere opties voor de toepassing van MSU bij schouderaandoeningen die in dit artikel over RC-rupturen niet aan bod komen. MSU zou een rol kunnen spelen in de differentiatie tussen tendinose enerzijds en tendinitis/bursitis anderzijds; de dikte van het gewrichtskapsel kan de diagnose capsulitis bevestigen en relevant zijn ten aanzien van de start met oefentherapie. Ook zou MSU als evaluatief middel kunnen worden gebruikt, bijvoorbeeld om vast te stellen of excentrische oefentherapie effectief is en de peesdikte afneemt.<sup>32</sup> Deyle stelt dat eerstelijns zorgverleners, als ze de beeldvorming niet zelf toepassen, op zijn minst voldoende kennis dienen te hebben om hun patiënt een gericht advies te verstrekken welke beeldvormende techniek zinvol is om de diagnose te bevestigen.<sup>33</sup>

## Conclusie

De kwaliteit van het diagnostisch middel MSU om RC-letsels vast te stellen is goed. Indien een fysiotherapeut de trias 'oudere patiënt' (> 50 jaren oud), 'ongeval' en 'nachtelijke pijn' vaststelt, is de hypothese RC-ruptuur relevant. De kans op een RC-ruptuur neemt toe bij onvermogen tot actieve elevatie en positieve klinische tests als de Lagtests.<sup>4</sup> Bij verdenking op een RC-ruptuur is MSU geïndiceerd.<sup>15</sup> MSU is een valide meetinstrument en de praktische hanteerbaarheid is goed. Fysiotherapeuten die dit middel willen gebruiken, dienen wel een gerichte training te volgen. Het is een voordeel het klinisch onderzoek en MSU te combineren om de kans op het diagnosticeren van asymptomatische RC-letsels te beperken. Fysiotherapeuten die MSU gebruiken zullen moeten aantonen dat de validiteit en reproduceerbaarheid van hun MSU-gebruik voldoende is.

msu inzetten als standaard diagnostisch middel is niet aan te raden, maar msu inzetten bij bovengenoemde combinatie van symptomen verbetert de kwaliteit van de diagnostiek.<sup>34</sup>

## Abstract

### The validity of musculoskeletal ultrasound for rotator cuff injuries

Shoulder disorders are often difficult to diagnose correctly. In this study 30 diagnostic studies were reviewed to determine whether musculoskeletal ultrasound (MSU) is a valid instrument to diagnose rotator cuff lesions in comparison with magnetic resonance imaging (MRI). In both situations arthroscopy has been the golden standard. The validity of measurements was expressed in terms of the likelihood ratio (LR), with the highest value being LR++ (that is, LR+ >10 and/or LR- <0.1). An LR++ score for MSU in the diagnosis of full thickness

and partial tendon lesions was found in 59% and 44% of the studies, respectively. The values for MRI were 41% and 30%, respectively. The results were compared with the outcomes of two recent reviews. MSU appears to be a valid instrument with good clinical practicality. Four questions about the relevance of physiotherapeutic application of MSU are discussed. Although not every cuff rupture is symptomatic, diagnosis is clinically relevant because timely referral to an orthopaedic surgeon may be indicated. Physiotherapists are potentially appropriate healthcare professionals to use MSU because they have knowledge of the anatomy and physiology of the musculoskeletal system. Moreover, the combination of clinical physiotherapeutic assessment and MSU could improve the diagnosis of symptomatic lesions. However, it is essential to establish the reproducibility and validity of MSU in this setting.

### Key words

shoulder  
rotator cuff ultra-  
sonography  
sensitivity and specificity

### Literatuur

- Winter AF de. Diagnosis and classification of shoulder complaints [thesis]. Amsterdam: Vrije Universiteit Amsterdam; 1999.
- Luime J. Shoulder complaints, the occurrence, course and diagnosis [thesis]. Rotterdam: Erasmus Universiteit Rotterdam; 2004.
- Naredo E, Aguado P, Miguel E de, et al. Painful shoulder: comparison of physical examination and ultrasonographic findings. *Ann Rheum Dis*. 2002;61:132-6.
- Hertel R, Ballmer FT, Lambert SM, Gerber C. Lag signs in the diagnosis of rotator cuff syndrome. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5:307-13.
- Offringa M, Assendelft WJJ, Scholten RJPM. 2e druk. Inleiding in de evidence-based medicine. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2003.
- Wiener SN, Seitz WH. Sonography of the shoulder in patients with tears of the rotator cuff: accuracy and value for selecting surgical options. *AJR Am J Roentgenol*. 1993; 160:103-7.
- Ziegler DW, Milwaukee WI. The use of in-office, orthopaedist-performed ultrasound of the shoulder to evaluate and manage rotator cuff disorders. *J Shoulder Elbow Surg*. 2004;13:291-7.
- Jacobson JA, Lancaster S, Holsbeek MT van, Craig JG, Kolowich P. Full-thickness and partial-thickness supraspinatus tendon tears: value of us signs in diagnosis. *Radiology*. 2004;230:234-42.
- McNally EE. Ultrasound of the rotator cuff. Londen: Elsevier; 2005.
- Holsbeek MT van, Introcaso JH. *Musculoskeletal Ultrasound*. 2e ed. St.Louis: Mosby; 2001.
- Bianchi S, Martinolli C, editors. *Ultrasound of the Musculoskeletal system*. Berlin: Springer Verlag; 2007.
- Fritz JM, Wainner RS. Examining diagnostic tests: an evidence-based perspective. *Phys Ther*. 2001;81:1546-64.
- Vermeulen M. Van 'likeli-hood'-ratio's en de regel van Bayes. *Ned Tijdschr Geneeskd*. 2001;145:906-8.
- Dinnes J, Loveman E, McIntyre L, Waugh N. The effectiveness of diagnostic tests of shoulder pain due to soft tissue disorders: a systematic review. *Health Technol Assess*. 2003;7:29. [www.nccta.org](http://www.nccta.org).
- New Zealand Guidelines Group. The diagnosis and management of soft tissue shoulder injuries and related disorders. *ingezien op www.nzgg.org.nz* 2005, d.d. 11 september 2008.
- Milgrom C, Schaffler M, Gilbert S, Holsbeek M van. Rotator-cuff changes in asymptomatic adults. The effect of age, hand dominance and gender. *J Bone J Surg Br*. 1995;77(2):296-8.
- Sher JS, Uribe JW, Posada A, Murphy BJ, Zlatkin MB. Abnormal findings on magnetic resonance images of asymptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg*. 1995;77-A:10-5.
- Frost P, Andersen JH, Lundorf E. Is supraspinatus pathology as defined by magnetic resonance imaging associated with clinical sign of shoulder impingement? *J Sh Elbow Surg*. 1999;8(6):565-8.
- Miniaci A, Mascia AT, Salonen DC, Becker EJ. Magnetic resonance imaging of the shoulder in asymptomatic professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 2002;30(1):66-73.
- Yamanaka K, Matsomoto T. The joint side tear of the rotator cuff: a follow up study by arthroscopy. *Clin Orthop Relat Res*. 1994:68-73.
- Yamaguchi K, Teiro AM, Blam O, Evanoff BA, Teefey SA, Middleton WD. Natural history of asymptomatic rotator cuff tears: a longitudinal analysis of asymptomatic tears detected sonographically. *J Shoulder Elbow Surg*. 2001;10:199-203.
- Sorensen AKB, Kak K, Krarup AL, Thune CH, Nygaard M, Jorgensen U, Sloth C, Torp-Pedersen S. Acute rotator cuff tear: Do we miss the early diagnosis? *J Shoulder Elbow Surg*. 16,2007:174-80.
- Burkhart SS, Barth JR, Richards DP, Zlatkin MB, Larsen M. Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears with stage 3 and 4 fatty degeneration. *Arthroscopy*. 2007;23:347-54.
- Lahteenmaki HE, Hiltunen A, Virolainen P, Nelimarkka O. Repair of full thickness rotator cuff tears is recommended regardless of tear size and age: a retrospective study of 218 patients. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16:586-90.
- Ianotti JP, Ciccone J, Buss DD, Visotsky JL, Mascha E, Cotman K, Rawool NM. Accuracy of office-based ultrasonography of the shoulder for the diagnosis of rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87:1305-11.
- Scheel AK, Schmidt WA, Hermann KG, et al. Interobserver reliability of rheumatologists performing musculoskeletal ultrasonography: results from a EULAR 'train the trainers' course. *Ann Rheum Dis*. 2005;64:1043-9.
- Naredo E, Moller I, Moragues C. Interobserver reliability in musculoskeletal ultrasonography: results from a 'teach the teachers' rheumatologist course. *Ann Rheum Dis*. 2006;65:14-9.
- Middleton WD, Teefey SA, Yamaguchi K. Sonography of the rotator cuff: analysis of interobserver variability. *AJR Am J Roentgenol* 2004;183:1465-8.
- O'Connor PJ, Rankine J, Gibbon WW, Richardson A, Winter F, Miller JH. Interobserver variation in sonography of the painful shoulder. *J Clin Ultrasound*. 2005;33:53-6.
- Kayser R, Hampf S, Pankow M, Seeber E, Heyde CE. Validity of ultrasound examinations of disorders of the shoulder joint. *Ultraschall Med*. 2005;26:291-8.
- Moosmayer S, Smith HJ. Diagnostic ultrasound of the shoulder: a method for experts only? *Acta Orthopaedica*. 2005;76:503-8.
- Moller M, Kalebo P, Tidebrant G, Movin T, Karlsson J. The ultrasonic appearance of the ruptured Achilles tendon during healing: a longitudinal evaluation of surgical and non-surgical treatment with comparisons to MRI appearance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2002;35:67-71.
- Deyle GD. Musculoskeletal imaging in physical therapist practice. *JOSPT*. 2005;35:708-21.
- Mitchell C, Adebajo A, Hay E, Carr A. Shoulder pain: diagnosis and management in primary care. *BMJ*. 2005;331:1124-8.

(Appendix: zie volgende pagina.)

## Appendix Likelihood ratio's van diagnostische studies naar volledige en gedeeltelijke peesruptuur met MSU en MRI

In onderstaande tabel worden de likelihood ratio's weergegeven van diagnostische studies (n = 30) bij patiënten met een pijnlijke schouder met een full thickness rupture (FTR, volledige peesruptuur) of een partial thickness rupture (PTR, gedeeltelijke peesruptuur). Onderzoek vond plaats met behulp van musculoskeletale ultrasound (MSU) en/of magnetic resonance imaging (MRI). De uitkomst van het onderzoek werd in alle studies vergeleken met arthroscopie.

	Aantal patiënten	Se	Sp	LR+	LR-	Betekenis LR+	Betekenis LR-
<i>Studies naar MSU bij patiënten met een FTR (n = 15)</i>							
Ziegler DW <i>et al.</i> , 2004 <sup>1</sup>	282	0,959	0,943	16,82	0,04	++	++
Goldberg JA <i>et al.</i> , 2003 <sup>2</sup>	225	0,240	0,610	0,62	1,25	0	0
Labanauskaitė G <i>et al.</i> , 2002 <sup>3</sup>	31	0,800	0,990	80,00	0,20	++	±
Martin-Hervas C <i>et al.</i> , 2001 <sup>a,4</sup>	61	0,577	0,990	57,70	0,43	++	±
Roberts CS <i>et al.</i> , 2001 <sup>5</sup>	24	0,800	0,990	80,00	0,20	++	±
Teehey SA <i>et al.</i> , 2000 <sup>6</sup>	100	0,990	0,850	6,60	0,01	+	++
Swen WA <i>et al.</i> , 1999 <sup>a,7</sup>	21	0,810	0,940	13,50	0,20	++	±
Fabis J <i>et al.</i> , 1999 <sup>8</sup>	58	0,982	0,900	9,82	0,02	+	++
Read JW <i>et al.</i> , 1998 <sup>9</sup>	42	0,990	0,970	33,00	0,01	++	++
Bachmann GF <i>et al.</i> , 1997 <sup>10</sup>	122	0,790	0,990	79,00	0,21	++	±
Taboury J, 1995 <sup>11</sup>	100	0,950	0,990	95,00	0,05	++	++
Sperner G <i>et al.</i> , 1993 <sup>12</sup>	120	0,950	0,930	13,57	0,05	++	++
Brenneke SL <i>et al.</i> , 1992 <sup>13</sup>	24	0,950	0,990	95,00	0,05	++	++
Kenn W <i>et al.</i> , 2000 <sup>a,14</sup>	40	0,690	0,930	9,86	0,33	+	±
Hedtmann A <i>et al.</i> , 1995 <sup>15</sup>	1227	0,973	0,946	18,02	0,03	++	++
<i>Studies naar MSU bij patiënten met een PTR (n = 11)</i>							
Ziegler DW <i>et al.</i> , 2004 <sup>1</sup>	282	0,941	0,961	24,13	0,06	++	++
Labanauskaitė G <i>et al.</i> , 2002 <sup>3</sup>	31	0,785	0,820	4,36	0,26	±	±
Martin-Hervas C <i>et al.</i> , 2001 <sup>a,4</sup>	61	0,125	0,679	0,39	1,29	0	0
Roberts CS <i>et al.</i> , 2001 <sup>5</sup>	24	0,710	0,990	71,00	0,29	++	±
Fabis J <i>et al.</i> , 1999 <sup>8</sup>	58	0,460	0,970	15,33	0,56	++	-
Read JW <i>et al.</i> , 1998 <sup>9</sup>	42	0,460	0,970	15,33	0,56	++	-
Bachmann GF <i>et al.</i> , 1997 <sup>10</sup>	122	0,500	0,900	5,00	0,56	±	-
Van Holsbeeck MT <i>et al.</i> , 1995 <sup>16</sup>	52	0,930	0,940	15,50	0,07	++	++
Sperner G <i>et al.</i> , 1993 <sup>12</sup>	120	0,410	0,910	4,56	0,65	±	-
Kenn W <i>et al.</i> , 2000 <sup>a,14</sup>	40	0,690	0,790	3,29	0,39	±	±
Hedtmann A <i>et al.</i> , 1995 <sup>15</sup>	1227	0,910	0,946	16,85	0,10	++	++
<i>Studies naar MSU bij patiënten met een niet gedefinieerde pees ruptuur (FTR of PTR) (n = 7)</i>							
Zehetgruber H <i>et al.</i> , 2002 <sup>a,17</sup>	332	0,980	0,930	14,00	0,02	++	++
Masaoka S <i>et al.</i> , 1999 <sup>18</sup>	43	0,990	0,940	16,50	0,01	++	++
Alasaarela E <i>et al.</i> , 1998 <sup>19</sup>	20	0,830	0,570	1,93	0,30	-	±
Turrin A <i>et al.</i> , 1997 <sup>20</sup>	49	0,848	0,990	84,80	0,15	++	+
Bachmann GF <i>et al.</i> , 1997 <sup>a,21</sup>	38	0,990	0,670	3,00	0,01	±	++
Van Moppes FI <i>et al.</i> , 1995 <sup>22</sup>	41	0,860	0,910	9,56	0,15	+	+
Sperner G <i>et al.</i> , 1993 <sup>23</sup>	375	0,910	0,890	8,27	0,10	+	+
<i>Studies naar MRI bij patiënten met FTR (n = 4)</i>							
Martin-Hervas C <i>et al.</i> , 2001 <sup>a,4</sup>	61	0,808	0,971	27,86	0,20	++	+
Swen WA <i>et al.</i> , 1999 <sup>a,7</sup>	21	0,810	0,880	6,75	0,22	+	±
Yamakawa S <i>et al.</i> , 2001 <sup>24</sup>	60	0,850	0,830	5,00	0,18	±	+
Kenn W <i>et al.</i> , 2000 <sup>a,14</sup>	40	0,920	0,930	13,14	0,09	++	++
<i>Studies naar MRI bij patiënten met PTR (n = 3)</i>							
Martin-Hervas C <i>et al.</i> , 2001 <sup>a,4</sup>	61	0,500	0,755	2,04	0,66	±	-
Yamakawa S <i>et al.</i> , 2001 <sup>24</sup>	60	0,830	0,850	5,53	0,20	+	+
Kenn W <i>et al.</i> , 2000 <sup>a,14</sup>	40	0,690	0,860	4,93	0,36	±	±
<i>Studies naar MRI bij patiënten met een niet gedefinieerde pees ruptuur (FTR of PTR) (n = 7)</i>							
Bachmann GF <i>et al.</i> , 1997 <sup>a,21</sup>	38	0,996	0,990	99,60	0,00	++	++
Zlatkin MB <i>et al.</i> , 2004 <sup>25</sup>	160	0,900	0,930	12,86	0,11	++	+
Meister K <i>et al.</i> , 2003 <sup>26</sup>	76	0,840	0,960	21,00	0,17	++	+
Schroder RJ <i>et al.</i> , 2003 <sup>27</sup>	80	0,930	0,690	3,00	0,10	±	+
Shellock FG <i>et al.</i> , 2001 <sup>28</sup>	47	0,890	0,990	89,00	0,11	++	+
Wang YM <i>et al.</i> , 1994 <sup>29</sup>	40	0,990	0,890	9,00	0,01	+	++
Engelbrechtsen L <i>et al.</i> , 1994 <sup>30</sup>	25	0,790	0,830	4,65	0,05	±	±

Se: sensitiviteit; Sp: specificiteit; LR: likelihood ratio. a: In deze studies zijn zowel MSU als MRI onderzocht ten opzichte van arthroscopie.

## Literatuur

- 1 Ziegler DW. The use of in-office, orthopaedist-performed ultrasound of the shoulder to evaluate and manage rotator cuff disorders. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004 May-Jun;13(3):291-7.
- 2 Goldberg JA, Bruce WJ, Walsh W, Sonnabend DH. Role of community diagnostic ultrasound examination in the diagnosis of full-thickness rotator cuff tears. *ANZ J Surg.* 2003 Oct;73(10):797-9.
- 3 Labanauskaitė G. Usefulness of ultrasonography in the diagnosis of rotator cuff tears. *Medicina (Kaunas).* 2002;38(2):131-4.
- 4 Martin-Hervas C, Romero J, Navas-Acien A, Reboiras JJ, Munuera L. Ultrasonographic and magnetic resonance images of rotator cuff lesions compared with arthroscopy or open surgery findings. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001 Sep-Oct;10(5):410-5.
- 5 Roberts CS, Walker JA, 2nd, Seligson D. Diagnostic capabilities of shoulder ultrasonography in the detection of complete and partial rotator cuff tears. *Am J Orthop.* 2001 Feb;30(2):159-62.
- 6 Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, Patel M, Wright RW, Yamaguchi K. Ultrasonography of the rotator cuff. A comparison of ultrasonographic and arthroscopic findings in one hundred consecutive cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2000 Apr;82(4):498-504.
- 7 Swen WA, Jacobs JW, Algra PR, Manoliu RA, Rijkmans J, Willems WJ, Bijlsma JW. Sonography and magnetic resonance imaging equivalent for the assessment of full-thickness rotator cuff tears. *Arthritis Rheum.* 1999 Oct;42(10):2231-8.
- 8 Fabis J, Synder M. The sensitivity and specificity of sonographic examination in detection of rotator cuff tear. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 1999;64(1):19-23.
- 9 Read JW, Perko M. Shoulder ultrasound: diagnostic accuracy for impingement syndrome, rotator cuff tear, and biceps tendon pathology. *J Shoulder Elbow Surg.* 1998 May-Jun;7(3):264-71.
- 10 Takagishi K, Makino K, Takahira N, Ikeda T, Tsuruno K, Itoman M. Ultrasonography for diagnosis of rotator cuff tear. *Skeletal Radiol.* 1996 Apr;25(3):221-4.
- 11 Taboury J. Ultrasonography of the tendons of the rotator cuffs of the shoulder. *Ann Radiol (Paris).* 1995;38(5):275-9.
- 12 Brenneke SL, Morgan CJ. Evaluation of ultrasonography as a diagnostic technique in the assessment of rotator cuff tendon tears. *Am J Sports Med.* 1992 May-Jun;20(3):287-9.
- 13 Taboury J. Ultrasonography of the shoulder: diagnosis of rupture of tendons of the rotator muscles. *Ann Radiol (Paris).* 1992;35(3):133-40.
- 14 Kenn W, Hufnagel P, Muller T, Gohlke F, Bohm D, Kellner M, Hahn D. Arthrography, ultrasound and MRI in rotator cuff lesions: a comparison of methods in partial lesions and small complete ruptures. *Rofo.* 2000 Mar;172(3):260-6.
- 15 Hedtmann A, Fett H. Ultrasonography of the shoulder in subacromial syndromes with disorders and injuries of the rotator cuff. *Orthopade.* 1995 Nov;24(6):498-508.
- 16 Holsbeek MT van, Kolowich PA, Eyer WR, Craig JG, Shirazi KK, Habra GK, Vanderschueren GM, Bouffard JA. US depiction of partial-thickness tear of the rotator cuff. *Radiology.* 1995 Nov;197(2):443-6.
- 17 Zehetgruber H, Lang T, Wurnig C. Distinction between supraspinatus, infraspinatus and subscapularis tendon tears with ultrasound in 332 surgically confirmed cases. *Ultrasound Med Biol.* 2002 Jun;28(6):711-7.
- 18 Masaoka S, Hashizume H, Senda M, Nishida K, Nagoshi M, Inoue H. Ultrasonographic analysis of shoulder rotator cuff tears. *Acta Med Okayama.* 1999 Apr;53(2):81-9.
- 19 Alasaarela E, Leppilähti J, Hakala M. Ultrasound and operative evaluation of arthritic shoulder joints. *Ann Rheum Dis.* 1998 Jun;57(6):357-60.
- 20 Turrin A, Cappello A, Mauri M, Zambelloni M. Echography of the shoulder with the patient supine in the diagnosis of rotator cuff rupture. *Radiol Med (Torino).* 1997 Sep;94(3):170-5.
- 21 Bachmann GF, Melzer C, Heinrichs CM, Mohring B, Rominger MB. Diagnosis of rotator cuff lesions: comparison of US and MRI on 38 joint specimens. *Eur Radiol.* 1997;7(2):192-7.
- 22 Moppes FI van, Veldkamp O, Roorda J. Role of shoulder ultrasonography in the evaluation of the painful shoulder. *Eur J Radiol.* 1995 Jan;19(2):142-6.
- 23 Sperner G, Resch H, Golsner K, Lener M, Seykora P. The value of sonography in ruptures of the rotator cuff. *Unfallchirurg.* 1993 Mar;96(3):119-23.
- 24 Yamakawa S, Hashizume H, Ichikawa N, Itadera E, Inoue H. Comparative studies of MRI and operative findings in rotator cuff tear. *Acta Med Okayama.* 2001 Oct;55(5):261-8.
- 25 Zlatkin MB, Hoffman C, Shellock FG. Assessment of the rotator cuff and glenoid labrum using an extremity MR system: MR results compared to surgical findings from a multi-center study. *J Magn Reson Imaging.* 2004 May;19(5):623-31.
- 26 Meister K, Thesing J, Montgomery WJ, Indelicato PA, Walczak S, Fontenot W. MR arthrography of partial thickness tears of the undersurface of the rotator cuff: an arthroscopic correlation. *Skeletal Radiol.* 2004 Mar;33(3):136-41. Epub 2003 Sep 26.
- 27 Schroder RJ, Bostanjoglo M, Kaab M, Herzog H, Hidajat N, Rottgen R, Maurer J, Felix R. Accuracy of routine MRI in lesions of the supraspinatus tendon – comparison with surgical findings. *Rofo.* 2003 Jul;175(7):920-8.
- 28 Shellock FG, Bert JM, Fritts HM, Gundry CR, Easton R, Crues JV, 3rd. Evaluation of the rotator cuff and glenoid labrum using a 0.2-Tesla extremity magnetic resonance (MR) system: MR results compared to surgical findings. *J Magn Reson Imaging.* 2001 Dec;14(6):763-70.
- 29 Wang YM, Shih TT, Jiang CC, Su CT, Huang KM, Hang YS, Liu TK. Magnetic resonance imaging of rotator cuff lesions. *J Formos Med Assoc.* 1994 Mar;93(3):234-9.
- 30 Engebretsen L, Craig EV, Fritts HM. Evaluation of the rotator cuff with magnetic tomography. *Tidsskr Nor Laegeforen.* 1994 Feb 28;114(6):682-3.