
Magnetisk resonanstomografi ved skjelett- og bløtdelstraumer

TEMA

MORTEN G. STIRIS

Email: morten.stiris@ioks.uio.no

Radiologisk avdeling

Aker sykehus

0514 Oslo

Magnetisk resonanstomografi (MR) har revolusjonert den bildediagnostiske utredningen av skjelett- og bløtdelsskader. Før dette var tilgjengelig, brukte man konvensjonell røntgenundersøkelse, ultralyd, computertomografi samt eventuelt scintigrafi.

Nå er MR ofte den primære bildediagnostiske modaliteten, spesielt ved bløtdelsskader. Kliniske studier har dokumentert at MR er en nøyaktig og kostnadsbesparende metode for å vurdere slike skader. MR vil ha stor betydning for valg av behandling og oppfølging av disse pasientene. En region undersøkes i alle anatomiske plan uten at man må flytte på pasienten.

MR er bedre enn konvensjonell røntgen også i utredningen av eventuelle frakturkomplikasjoner. I tillegg til å kunne identifisere frakturlinjer kan man også bedømme eventuelle bløtdelsskader i samme seanse.

De mest aktuelle MR-sekvenser ved undersøkelser av skjelett og bløtdeler vil i utgangspunktet være T1-vektede og T2-vektede spinnekk-/turbospinnekkosekvenser. T1-vektet sekvens gir først og fremst en anatomisk fremstilling av strukturene, men kan også vise patologiske forhold. T2-vektet sekvens er mer sensitiv for patologiske forandringer. Man kan også bruke en T2-vektet fettssupprimerende sekvens for å få frem ytterligere skader ved at det høye signalet fra fettvev undertrykkes. Normal beinmarg vil vises som lavsignal (svart) på en slik sekvens. Ved patologiske tilstander vil det være økt væske. Dette vil vises som høysignal (hvitt). Oftest brukes en T2-vektet

STIR-sekvens (STIR = short T1 recovery), som er mer robust (mindre følsom) for variasjoner i magnetfeltets styrke enn en T2-vektet turbospinnekkoftetsuppresjonssekvens.

Leddundersøkelser kan utføres både på kraftige MR-maskiner (> 0,5 tesla) og på såkalte dedikerte lavfelts leddmaskiner (0,2 tesla). Sistnevnte maskintype kan imidlertid ikke utføre T1-vektet fettssuppresjonssekvens.

Ved leddundersøkelser ser man på de intraartikulære og periartikulære strukturer samt leddnære knokler med brusk, corticalis og beinmarg. Det er tre typer undersøkelser: MR uten bruk av kontrastmidler, direkte MR-artrografi med instillasjon av fortdynnet kontrastmiddel eller fysiologisk saltvann og indirekte MR-artrografi med intravenøs injeksjon av ufortynnet kontrastmiddel.

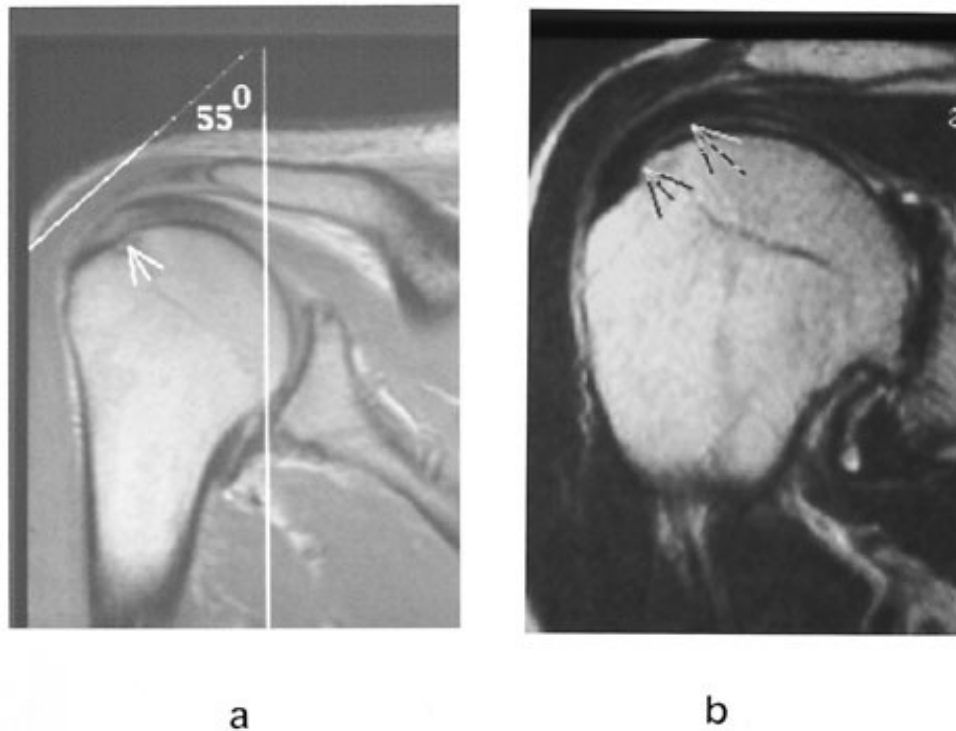
MR anvendes oftest i primærutredning av de fleste ledd. MR-artrografi benyttes særlig i kne med tidligere recessert menisk og ved spørsmål om stabil kontra ustabil osteochondritis dissecans. Metoden er også meget verdifull ved undersøkelse av skulder og hofteldd med spørsmål om labrumskade. Labrum er brusk som sitter på henholdsvis kanten av fossa glenoidalis og acetabulum for å stabilisere bevegelsene i disse to ledd. Skade av labrum vil ofte gi instabilitet. Som oftest ligger de anatomiske strukturene tett på hverandre og kan derfor være vanskelig å skjelle fra hverandre. Men ved direkte instillasjon av væske i leddet får vi separert dem. Væsken vil fylle rifter og lekke gjennom kapselrupturer til de ekstraartikulære strukturene. Dermed kan man lettere skille patologiske forhold fra normale. MR-artrografi utføres med fortdynnet gadolinium (fortdynnet til 0,2 mmol/l). Dermed kan man bruke T1-vektede sekvenser. Hvis man i tillegg bruker fettssuppresjon, får man suppressert omliggende fett. Slik blir det lettere å identifisere små ekstraartikulære lekkasjer.

Tverrstripet muskulatur har såkalt intermediært signal på spinnekkko-/turbospinnekko-sekvenser. Akutte blødninger vil derfor vises som høysignalområder både på T1-vektede og T2-vektede sekvenser. Graden av skade kan bedømmes ut fra de patologisk-anatomiske funn. Man kan til en viss grad bestemme om det foreligger akutt, subakutt eller kronisk skade ut fra signalkarakteristika ved de ulike sekvensene.

Ved akutt skade i skjelett og bløddeler vil det vanligvis være væske i det aktuelle området. Dette gir økt T2-relaksasjonstid, som vil vise seg som høysignal ved T2-vektede sekvenser. Akutt blødning vil i tillegg gi høyt signal ved T1-vektede sekvenser.

Sener og ligamenter har lavt signal på alle spinnekkko-sekvenser. Total ruptur vises ved gjennomgående høysignal eller manglende fremstilling av ligament/sene. Partiell ruptur gir et høyt signal i deler av ligament/sene. Imidlertid vil man få en falskt positiv signaløkning på T1-vektet sekvens når lengdeaksen av ligament/sene er 55° i forhold til lengdeaksen av magnetfeltet i MR-maskinen (induksjonsfeltet). Dette kalles den magiske vinkel-fenomenet (1). Derfor må man alltid supplere med en T2-vektet sekvens i samme anatomiske retning (fig 1). Årsaken er den tette bindingen mellom vannmolekylene i bruskvevet i ligamenter og sener. Akutt tendinitt vil vises

som høysignalområder i senen på T2-vektet sekvens. Kronisk tendinitt vises som breddeøkt sene uten tegn til signaløkning på denne. Akutt-på-kronisk tendinitt diagnostiseres når det er høysignal i en breddeøkt sene.

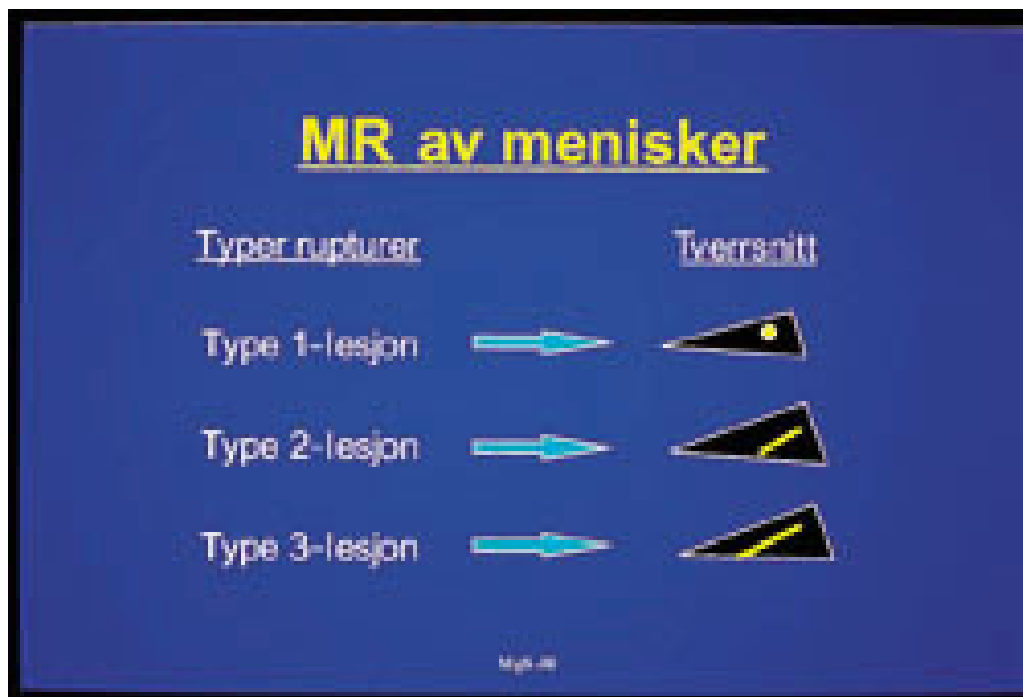


Figur 1 Den magiske vinkel-fenomenet. a) Skrå koronal T1-vektet sekvens gjennom skulderen viser økt signal i supraspinatussenen (pilhode). b) Et tilsvarende snitt med T2-vektet sekvens viser en normal sene (pilhoder)

MR kneledd

Ved akutte og gjentatte traumer ser man etter skader i menisker, korsbånd, kollateralligamenter og brusk og økt væskeansamling i trabeklene «beinkontusjon» (2, 3). Ofte finner man multiple skader. MR brukes mer og mer i utredningen av intraartikulære kondylfrakturer (4). Ved osteonekrose kan man få informasjon om hvorvidt forandringene er potensielt reversible eller irreversible. MR er blitt svært viktig hos pasienter med akutt låst kne, hvor det viser seg at de kan bli spart for akutt artroskopi (3).

Meniskrupturer uten låsning kan være vanskelig å diagnostisere klinisk. MR er en kostnadseffektiv undersøkelsesmetode til å diagnostisere rupturer.



Figur 2 Ulike typer av meniskdegenerasjoner

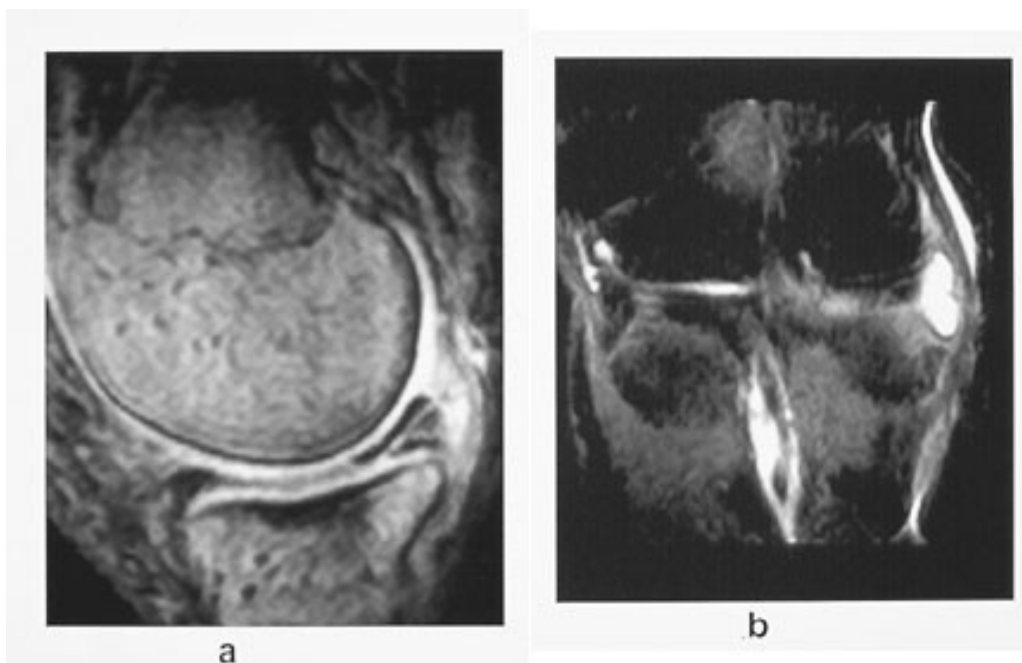
Det er tre typer menisklesjoner som kan påvises ved MR (5). Figur 2 viser skjematisk ulike typer av meniskdegenerasjoner. Disse viser seg som høysignalområder i menisken. Type 1 gir et lite intrameniskalt høysignal. Type 2 gir et lineært intrameniskalt høysignal som kan tangere meniskens overflate (fig 3). Ved type 3 sees et høysignal som bryter meniskens overflate. Det er denne typen vi beskriver som meniskruptur og som artroskopøren vil se som ruptur. Type 1 og type 2 oppfattes som degenerative forandringer uten patologisk betydning. Disse blir derfor ikke beskrevet. De er svært vanlige og starter allerede i barneårene.



Figur 3 Sagittal gradientekko T1-vektet sekvens av mediale menisk viser et lineært høysignal som går ned mot meniskens overflate (pil). Dette er forenlig med type 2-lesjon

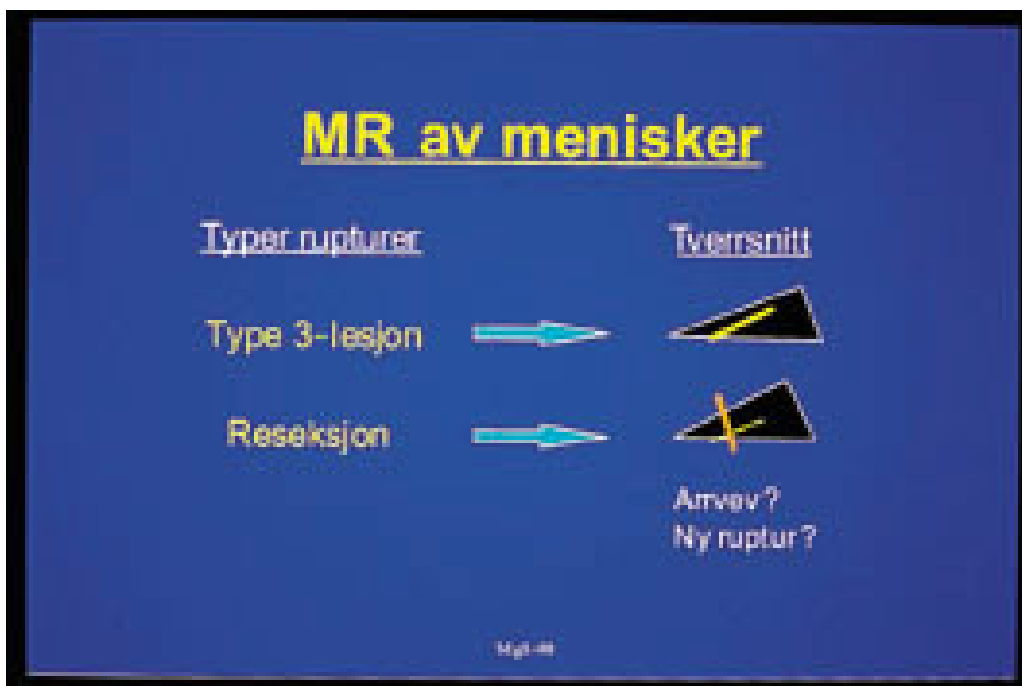
Det finnes ulike typer gjennomgående rupturer. Det er imidlertid viktig å identifisere hvor de sitter. Hvis de sitter i den perifere tredelen, dvs. i rød substans, kan de sutureres ev. spontantilheles. Hvis rupturen sitter i indre to tredeler (hvit substans) og gir symptomer, blir det utført reseksjon.

MR vil lett påvise meniskcyster og deres anatomiske relasjon til kneleddet (fig 4).

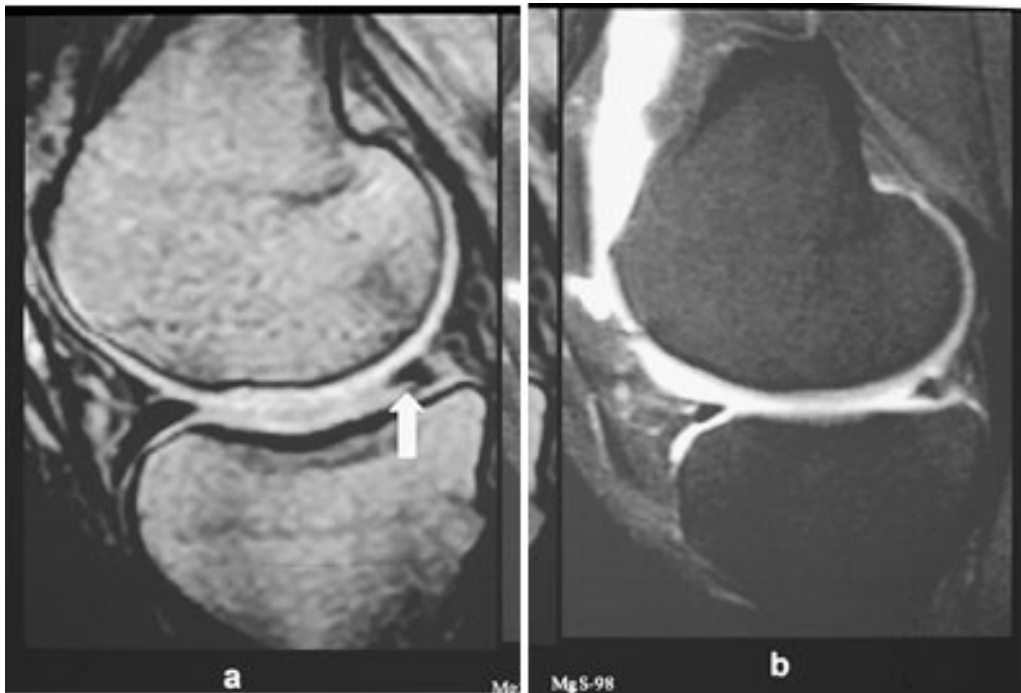


Figur 4 a) Sagittal gradientekko T1-vektet sekvens og b) koronal STIR-sekvens viser type 3 medial meniskruptur med parameniskal cyste

I opererte menisker kan det ved MR uten artrografiteknikk være vanskelig å avgjøre om det foreligger en reruptur. Hvis det er et høysignalområde som går mot reseksjonsranden, er det umulig å avgjøre om det er reruptur eller arrvev (6). Figur 5 viser skjematisk hvordan det kan se ut. MR-artrografi med direkte instillasjon av fortennet gadolinium med påfølgende manipulasjon av kneleddet vil gjøre diagnostiseringen lettere. Dersom høysignalet blir like høyt som kontrastvæsken, må det være en kommunikasjon forenlig med ruptur. Dersom signalet er lavere enn kontrastvæsken, foreligger det kun arrvev (fig 6).

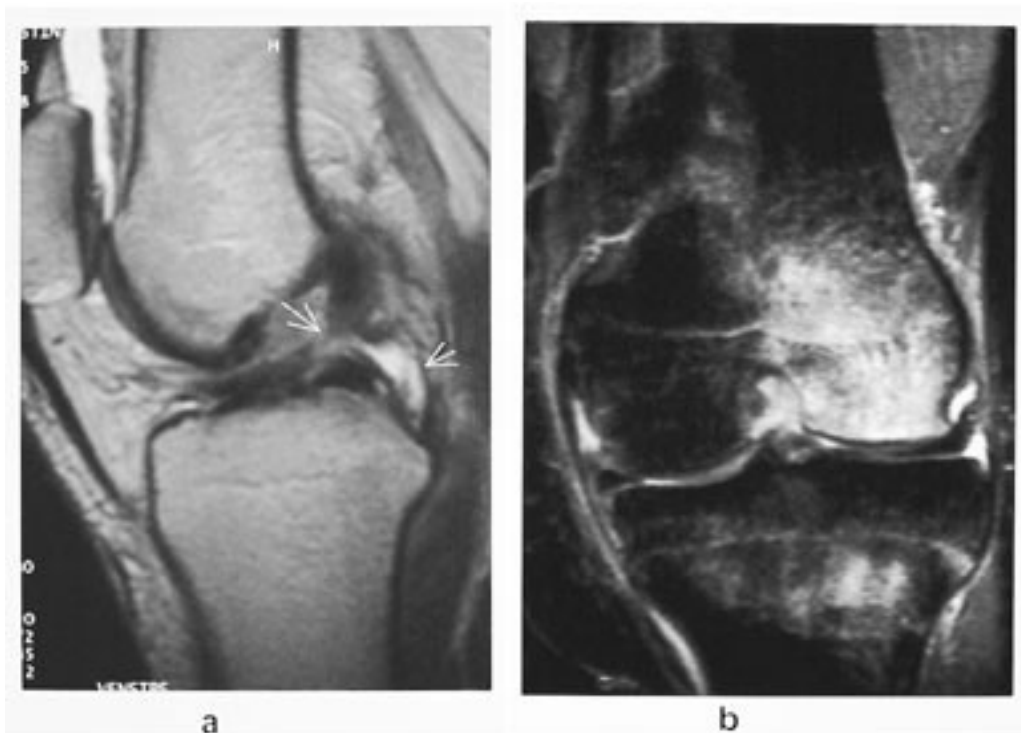


Figur 5 MR uten artrografi i kne med operert menisk. Skjematisk oversikt



Figur 6 a) Sagittal gradientekko T1-vektet sekvens viser et lineært høysignal fra reseksjonsranden i operert mediale menisk (pil). Arrvev? Reruptur? b) MR-artrografi med T1-vektet fettsuppresjonssekvens viser at høysignalet er forårsaket av arrvev

Korsbåndene er intraartikulære, men ekstrasynoviale strukturer og er viktige stabilisatorer av leddet. Det fremre (ACL), som kan variere i tykkelse, skades hyppigere enn det normalt bredere bakre (PCL). Tegn på ruptur er som for ligamenter beskrevet over (fig 7). Av og til kan det være vanskelig å avgjøre om det foreligger ruptur av fremre korsbånd. Indirekte tegn er beinkontusjon i laterale femurkondyl, spiss vinkel på bakre korsbånd og tegn på sublaksasjon av tibiaplatået dorsalt.



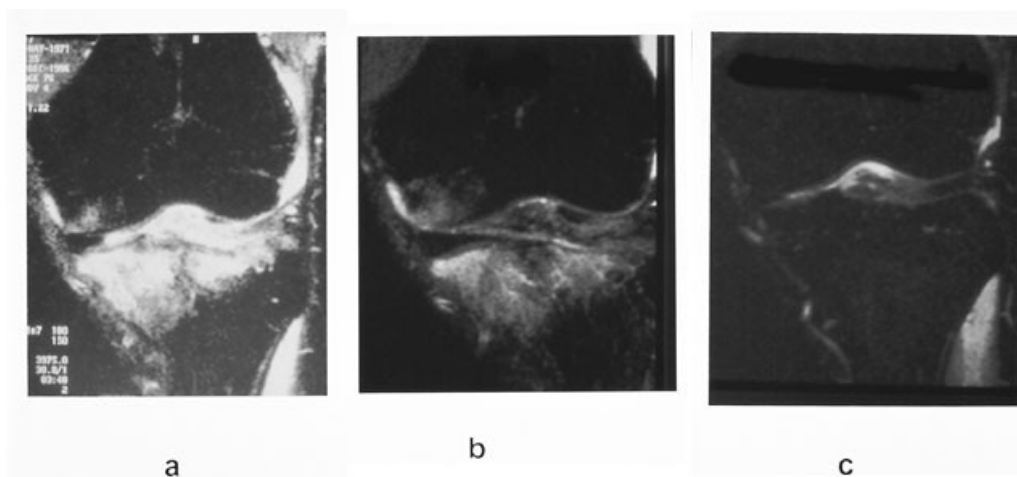
Figur 7 a) Sagittal T2-vektet sekvens hos en kvinnelig håndballspiller viser ruptur av både fremre og bakre korsbånd (pilhoder) samt hemartros. b) Koronal STIR-sekvens viser stor beinkontusjon i laterale femurkondyl og laterale tibiametafyse

Opererte korsbånd og korsbåndplastikker kan vurderes ved hjelp av MR (fig 8). Eventuelle skruer i henholdsvis laterale femur og mediale tibiakondyler vil ikke gi forstyrrende artefakter.



Figur 8 Sagittal T2-vektet sekvens hos en kvinnelig håndballspiller viser ruptur av fremre korsbåndplastikk (pil)

Beinkontusjon foreligger når det er økt væskeansamling mellom trabeklene i forbindelse med et akutt traume og skyldes blødning og/eller ødem (4). Man oppfatter dette som mikrofrakturer. Væskeansamlingen gir økt signal på T2-vektet sekvens. STIR-sekvensen er meget sensitiv til å påvise selv små områder med væske (fig 9). Patologisk signal kan sees opptil 6–8 uker etter det aktuelle traumet. Denne væskeansamlingen forårsaker smerter som kan forklare pasientens symptomer når de intraartikulære strukturer for øvrig er intakte. Beinkontusjon kan diagnostiseres overalt i skjelettet hvor det har vært adekvat traume.



Figur 9 Akutt kneskade hos en toppidrettsutøver. Klinisk mistanke om ruptur av fremre korsbånd og mediale menisk. Man ønsket kartlegging før artroskopi. Koronal STIR-sekvenser henholdsvis a) fem dager, b) fem uker og c) fire måneder etter skaden viser full tilbakegang av beinkontusjon. MR viste intakte menisker og korsbånd, og utøveren slapp artroskopi

Kollateralligamentene er også viktige for kneets stabilitet. Rupturer diagnostiseres på samme måte som for ligamenter ellers. Partiell ruptur kan imidlertid av og til være vanskelig å påvise.

Forskjellige periartikulære patologiske forhold, som patellarsenetendinit, quadricepsenetendinit, gåsefotsenebursitt (pes anserinus) og andre bursitter lar seg lett påvise ved MR. Forstørret, væskefylt bursa omkring kneleddet vil vises som velavgrenset lavsignalområde på T1-vektet og som høysignalområde på T2-vektet sekvens.

Ved kroniske knesmerter kan man med MR påvise eventuelle osteonekroser med ledsagende margødem lenge før forandringene er synlige ved konvensjonell røntgenundersøkelse, og man kan som oftest også si noe om hvorvidt forandringene er potensielt reversible eller irreversible. Ved tidlig osteonekrose vil det være et subkondralt område på vekt bærende del av aktuelle kondyl med nedsatt signal på T1-vektet sekvens.

Gradientekosekvenser er spesielt velegnet. Dette er ledsaget av margødem, som viser økt signal på STIR-sekvensen. Hvis det i tillegg kan påvises et subkondralt avstøtt fragment på mer enn $14 \cdot 4$ mm, er forandringen potensielt irreversibel.

MR av skulder

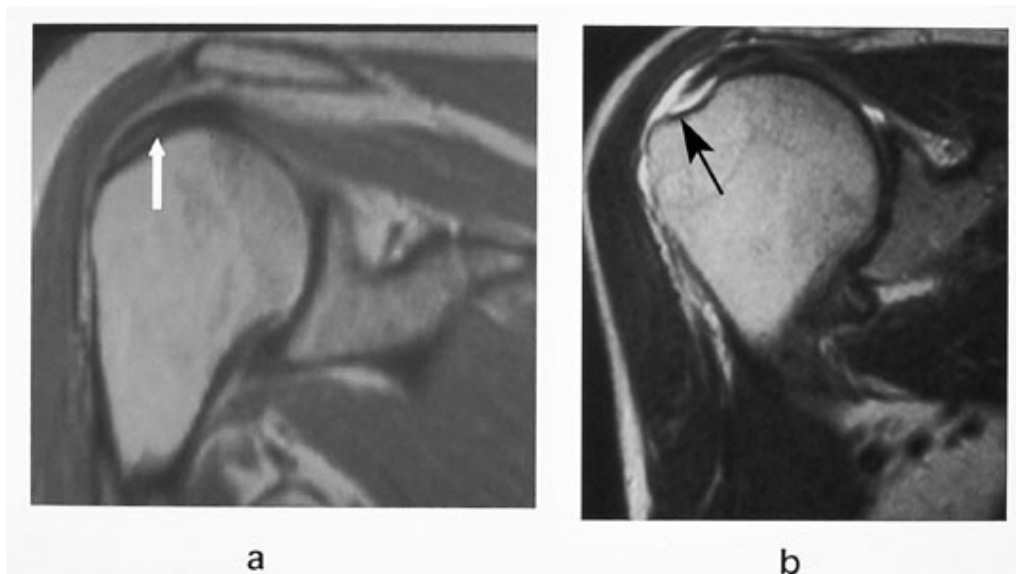
MR-undersøkelse av skulderen innbefatter glenohumeralledet med omliggende strukturer (7). Dette leddet har størst bevegelighet av alle kroppens ledd. Fossa glenoidalis er liten i forhold til caput humeri. Leddet stabiliseres ved hjelp av blant annet labrum, rotatorcuffmuskler og sener (m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. teres minor, m. subscapularis), m. deltoideus og glenohumerale ligamenter. Sistnevnte er forsterkninger av kapselen. Den akromio-klavikulære buen er viktig i forbindelse med smertefull skulder. Beinfremspring og påleiringer kan klemme på m. supraspinatus og

forårsake såkalt innklemmingssyndrom. Som følge av dette kan muskelens sene nær festet til tuberculum majus utvikle tendintittforandringer og til slutt ruptur.

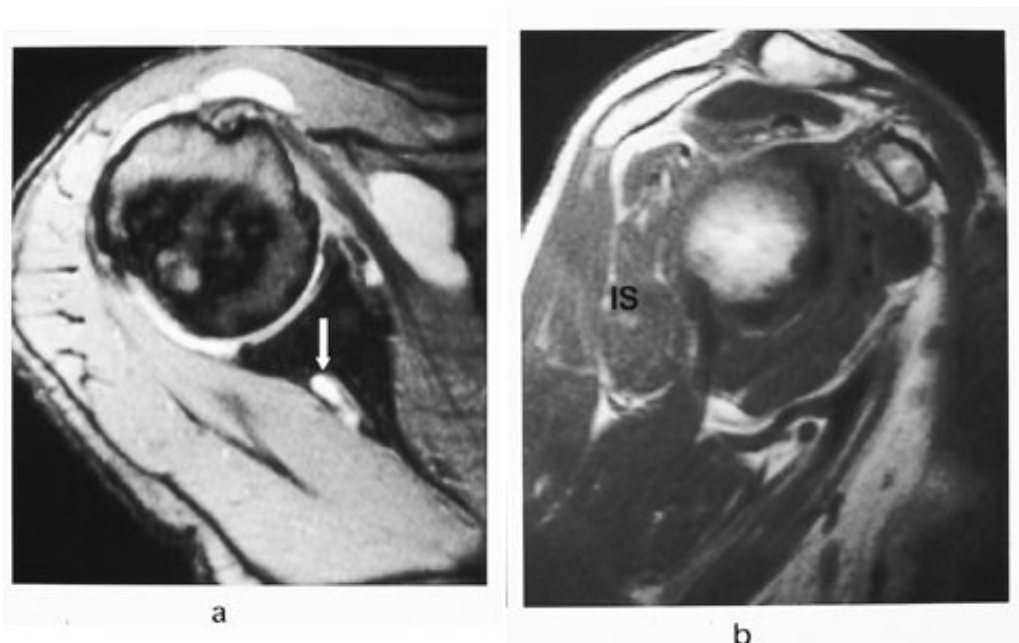
De vanligste indikasjonene for MR-undersøkelse er innklemmingsproblemer med smertefull/manglende evne til å abdukere armen, instabilitet og utredning av residiverende skulderluksasjoner.

Ved spørsmål om det er noe galt ekstraartikulært, utføres som regel kun MR av skulderregionen. Når det i tillegg er spørsmål om noe er galt intraartikulært, blir det foretatt en MR-artrografi (8).

Rotatorcuffruptur er en samlingsbetegnelse på ruptur av senene til en eller flere av de fire rotatorcuffmuskene. Hyppigst forekommer ruptur av supraspinatussenen, fordi blodforsyningen til muskel-sene-overgangen er dårlig (fig 10). Diagnose av ruptur er den samme som for ligamenter ellers. Partielle rupturer fra undersiden kan være vanskelig å diagnostisere ved MR. MR-artrografi vil vise kontrastutsiving inn i senen fra undersiden. Trange forhold for m. supraspinatus og sene lar seg lett diagnostisere ved en skrå sagittal sekvens. Da får man fremstilt den akromio-klavikulære buen på en ideell måte. Det skal bemerkes at det er andre årsaker til såkalt innklemmingssyndrom enn trange forhold, som for eksempel periartikulære ganglier (fig 11).

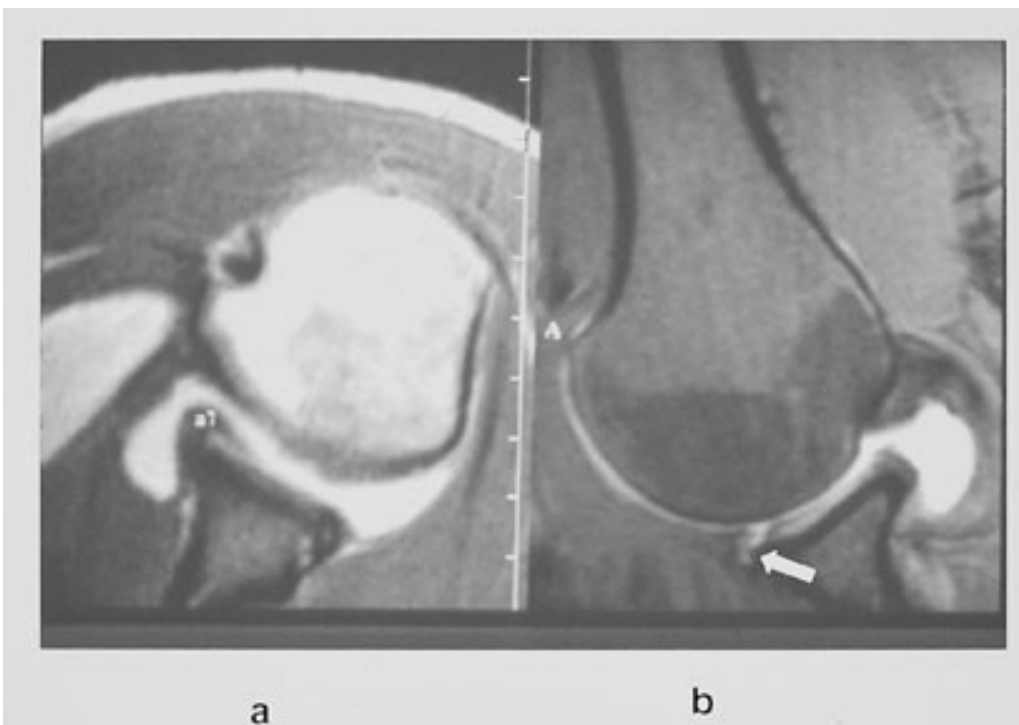


Figur 10 a) Sagittal PD-vektet sekvens viser en normal supraspinatussene (pil). b) En sagittal T2-vektet sekvens hos en annen pasient viser en ruptur av senen med væskefylt bursa subacromialis og bursa subdeltoidea (pil)



Figur 11 a) Pasient med innklemmingssyndrom forårsaket av et ganglion (pil) i n. suprascapularis, med b) atrofiforandringer i m. infraspinatus (IS), som tydelig sees ved skrå sagittal T2-vektet sekvens

Ved spørsmål om instabilitet eller residerende luksasjoner, utføres en MR-artrografi. Man ser etter forandringer i labrum, fossa glenoidalis, kapsel med ligamenter og caput humeri. I tillegg til de vanlige projeksjonene utføres også en såkalt ABER (abduksjon ekstern rotasjon)-projeksjon (9) (fig 12). Pasienten ligger med armen rotert over hodet. Snittene legges parallelt med lengdeaksen av humerusdiaphysen. De fremre strukturer blir dermed lagt i strekk og patologiske forhold blir synlige (fig 12).

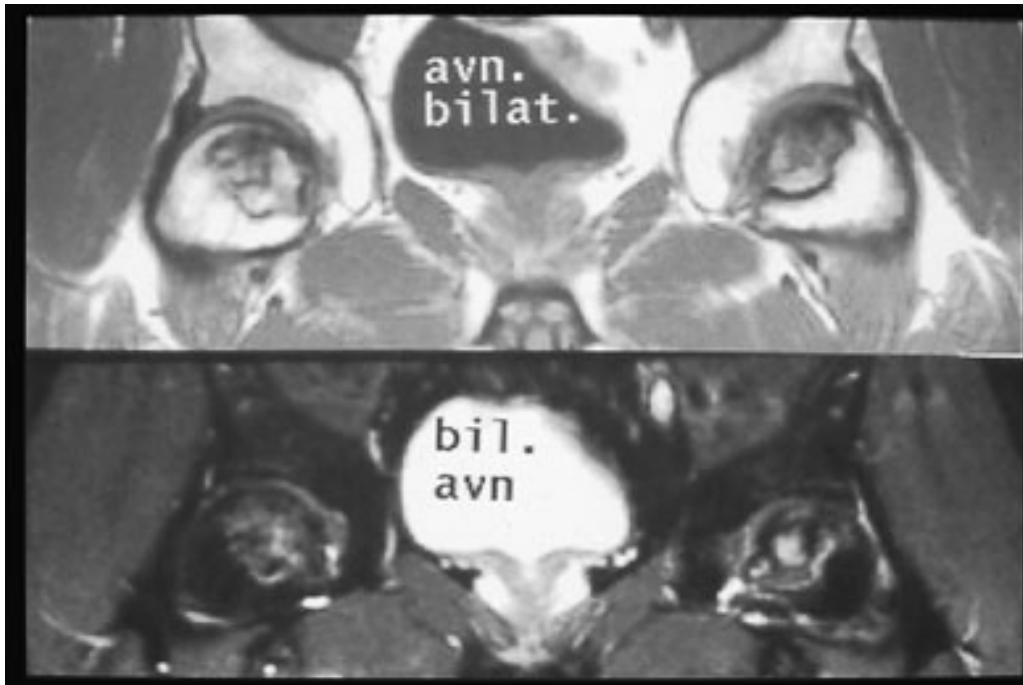


Figur 12 a) MR-artrografi av skulder hos en toppidrettsutøver i håndball viser normal labrum (al) i aksial T1-vektet sekvens. b) Ved ABER-posisjon av overarmen og T1-vektet fettsuppresjonssekvens sees kontrastlekkasje mellom labrum og nedre fremre fossa glenoidalis, forenlig med løsnning mellom labrum og corticalis (pil)

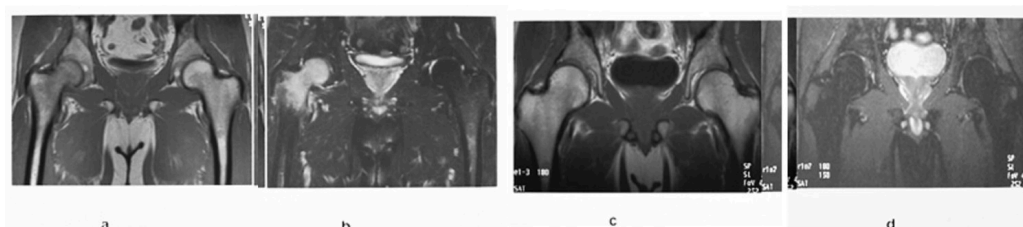
Det finnes flere typer labrumvarianter som kan fremstå som patologiske, f.eks. sublabralt hull og Buford-kompleks (8). MR-artrografi vil kunne identifisere disse. Det er viktig ikke å overdiagnostisere. Pasienten bør slippe en unødvendig artroskopi.

MR bekken og hofter

MR-undersøkelse av bekken og hofter blir ofte utført hos pasienter med hoftesmerter hvor konvensjonell røntgen er negativ. MR kan tidlig påvise en osteonekrose og stadieinndele den (fig 13). En klinisk tilstand kjent som beinmargsødem i forbigående osteoporose gir intraktable smerter (10). Dette er en tilstand hvor det er lokalisert osteoporose i caput/collum femoris assosiert med økt væske mellom trabeklene. Røntgenbilder er som oftest normale, spesielt tidlig i forløpet. MR vil vise generelt nedsatt signal på T1-vektet sekvens og betydelig økt signal på STIR-sekvens (fig 14). Tilstanden sees oftest hos middelaldrende menn. Den vedvarer i opptil seks måneder. Årsaken er ukjent.



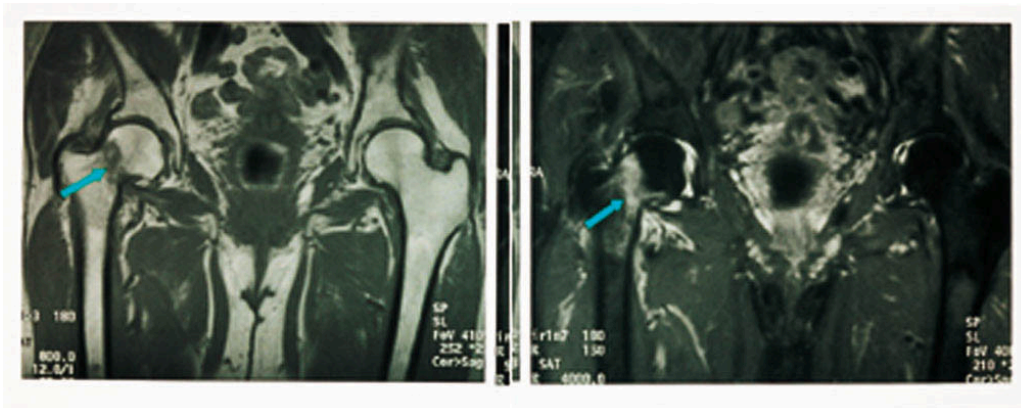
Figur 13 Bilateral avaskulær caput femoris-nekrose hos en pasient som behandles med kortikosteroider. a) T1-vektet sekvens viser velavgrensede intermediære til signallave områder i begge caput femoris. b) STIR-sekvensen viser margødemet som kan forklare hoftesmertene



Figur 14 49-årig mann med uttalte høyresidige hoftesmerter. Konvensjonell røntgen var negativ. a) Koronal T1-vektet sekvens viser diffust nedsatt signal i caput/collum femoris på høyre side, med b) betydelig økt signal i beinmargen på STIR-sekvens. c, d) Samme sekvenser og etter fem måneder viser normalisering. Dette er forenlig med forbigående osteoporose med margødem

Mistenkt collum femoris-fraktur er en hyppig årsak til sykehusinnleggelse. Pasientene er som oftest gamle og må få en rask og adekvat behandling. Konvensjonell røntgenundersøkelse kan være negativ eller vanskelig å bedømme. Tidligere utførte man planigrافي eller ventet noen dager for å ta nye bilder.

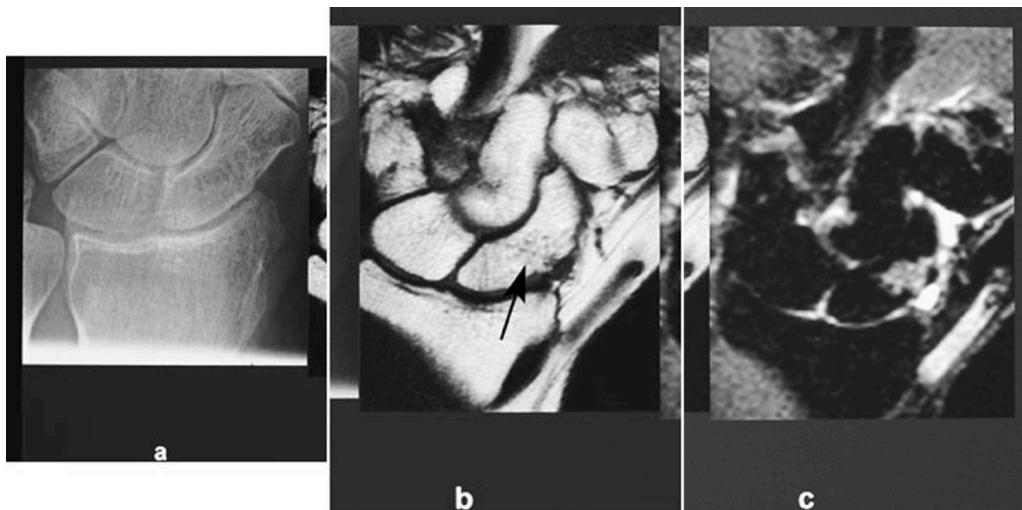
Vi har utført en MR-studie hos 27 pasienter med klinisk mistanke om collum femoris-fraktur der det var normalt eller usikkert funn ved konvensjonell røntgenundersøkelse (11). Det ble utført en koronal T1-vektet og en T2-STIR-sekvens, som til sammen tok under ti minutter. Vi fant 13 pasienter med collum femoris-fraktur eller pertrokantær fraktur, tre med bekkenringfraktur, en med acetabularfraktur, tre med muskelkontusjoner, to med beinmargsødem, to med artrose og tre normale. Vi utfører nå MR hos alle pasienter innen et døgn hvis vi er i tvil angående den konvensjonelle røntgenundersøkelsen (fig 15).



Figur 15 a) Koronal T1-vektet sekvens og b) STIR-sekvens viser en ikke-dislokert collum femoris-fraktur hvor konvensjonell røntgen var negativ (pil). Merk for øvrig kontusjonsforandringer i de små hofteladdsadduktorene (pil)

MR håndledd/håndrotsknokler

Ved konvensjonell røntgen kan det være vanskelig å diagnostisere fraktur i os scaphoid. Tidligere ble pasienter gipset og kontrollert etter 14 dager. Dette ble gjort for å forhindre en utvikling av proksimal nekrose. Ved mistenkt fraktur og negativ røntgen utfører vi nå MR-undersøkelse som øyeblikkelig hjelp, hvor vi ser på alle håndrotsknokler, distale radius og ulna og ikke minst de periartikulære ligamentene (fig 16). Rupturer av disse vil ofte forklare pasientens smerter når det ikke foreligger fraktur (12).

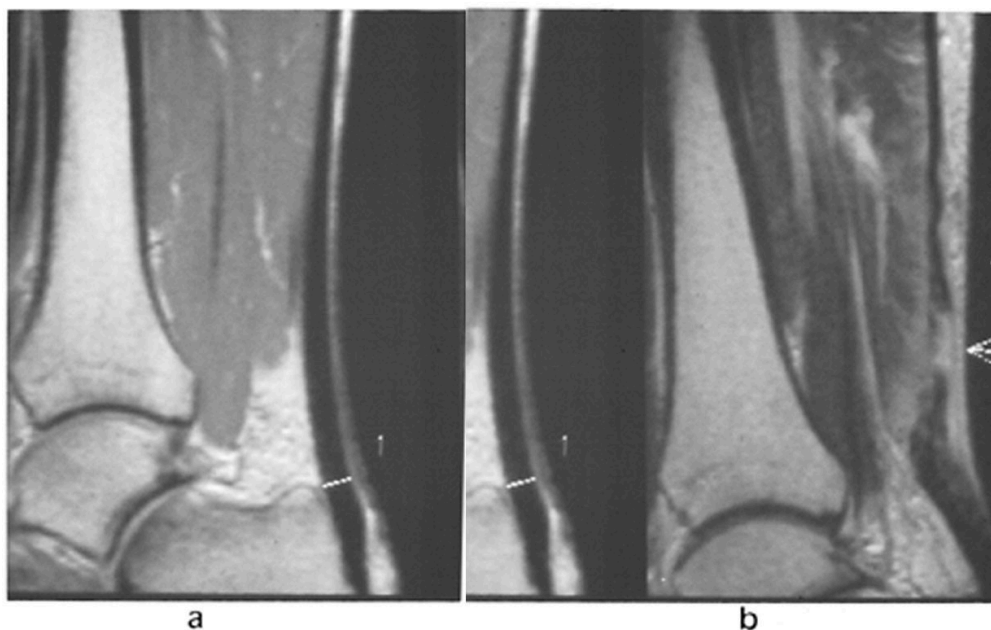


Figur 16 Pasient der det er mistanke om os scaphoid-fraktur. a) Konvensjonell røntgen er negativ. b) Koronal T1-vektet og c) STIR-sekvenser samme dag viser en ikke-dislokert fraktur (pil) samt ligamentskader radially i håndroten

MR er også nyttig ved spørsmål om skade av triangulærbrusk og avaskulære nekroser av håndrotsknokler i tidlig fase.

MR av ankel/fot

MR er velegnet til å diagnostisere patologiske forhold i akillessenen (fig 17), intraartikulære og periartikulære ankelledsstrukturer og sinus tarsi-syndrom. En stabil osteochondritis dissecans i os talus kan være ledsaget av margødem i tilslutning til osteokondrittsegen. Margødemet kan forklare smertene. Sinus tarsi-syndrom kan diagnostiseres hvis det er for lite eller for mye væske i sinus tarsi (13). Funnet kan forklare bakfotsmerter hvor man ellers ikke finner andre forklaringer. Stressfrakturer gir nedsatt signal på T1-vektet sekvens og økt signal på STIR-sekvens.



Figur 17 a) Sagittal PD-vektet sekvens viser en normal akillessene, mens b) e...n pasient, som følge av kampsport, har en ruptur på overgangen muskel og sene (pil)

MR ved muskelskader

Muskelsmerter etter idrettsutøvelse og skader er vanlig. Alvorlighetsgraden og betydningen av skaden kan være vanskelig å avgjøre ved en klinisk undersøkelse. MR er nå den primære bildedannende undersøkelsesmetode i utredningen av muskelskade for å klassifisere skadetype og grad av muskelskade (14). MR er meget sensitiv ved muskelødem og blødninger, både i den akutte fase og i oppfølging av pasienten. MR vil også kunne identifisere forskjellige sekveler til tidligere skader. Dette vil hjelpe klinikerer i behandlingsopplegget.

Tverrstripet muskulatur viser en intermediaær til lav signalintensitet på spinnekkoseriene. Patologisk muskulatur vil avvike fra dette. Signalforandringene vil avhenge av skadens art og tid fra skade til undersøkelse.

Akutt muskelskade kan være forårsaket enten av direkte penetrerende kraft, som gir en lacerasjon, eller av stump kraft, som gir kontusjon (fig 18). Det er sjelden pasienter med lacerasjon kommer til MR i den akutte fase. Eventuell senkomplikasjon med fettdegenerasjon kan identifiseres som nedsatt muskelmasse og høysignal på T1-vektet sekvens. Ved muskelkontusjoner vil ofte T1-vektet sekvens være normal, mens STIR-sekvensen viser økt signal i muskelen.

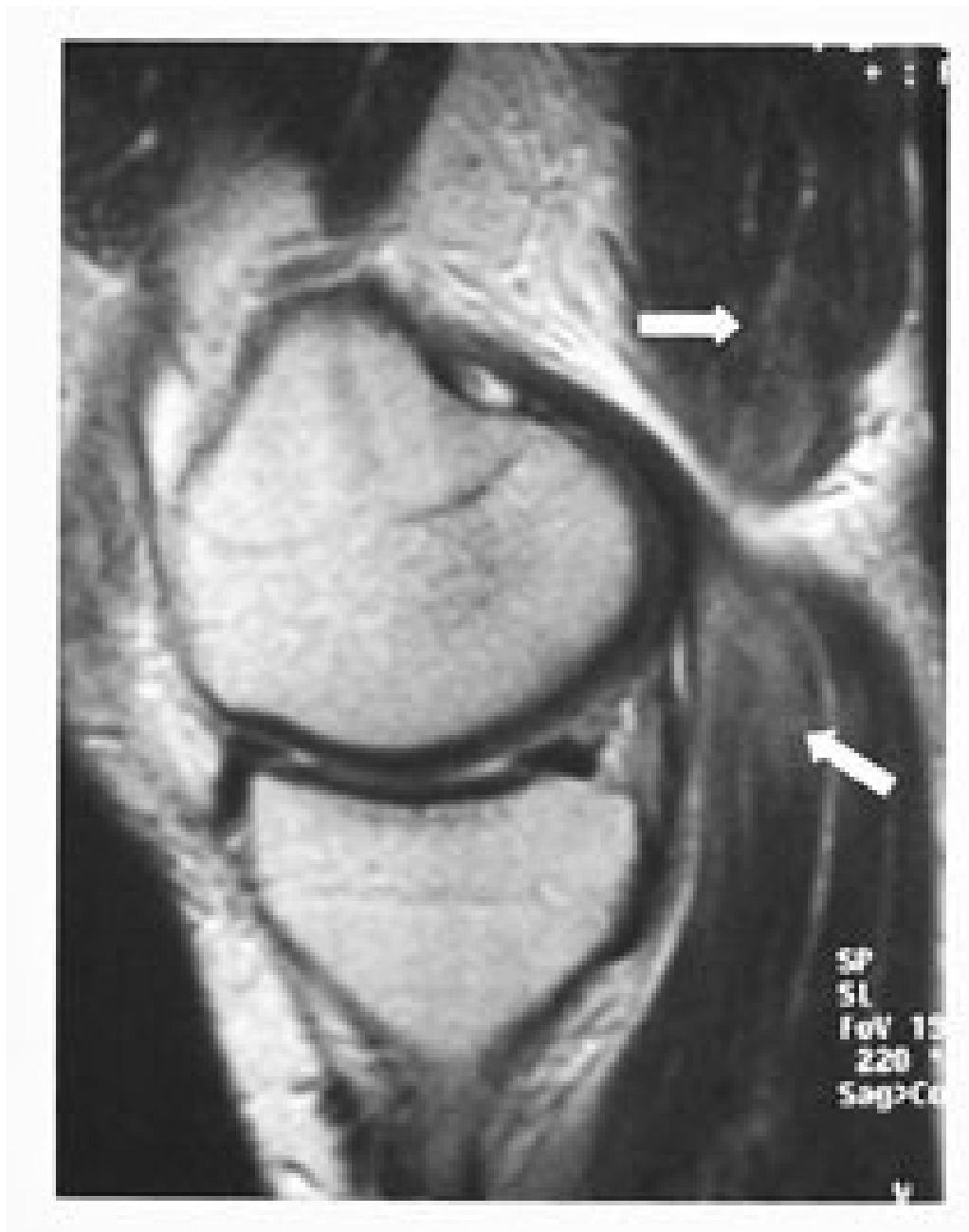


Figur 18 Akutt muskelkontusjon i m. rectus femoris og m. vastus medialis etter kraftig lårhøne. a) Sagittal PD og b) T2-vektede sekvenser viser fjærliknende, infiltrerende forandringer i de affiserte musklene

Muskelstrekk er forårsaket av en indirekte skade ved økt strekk og tensjon. Problemene går fra minimale kontusjonsliknende skader til muskelfiberavrivning. De alvorlige vil vise forandringer passende med avrivning spesielt på muskel-sene-overgangen.

Lange og trettende muskeløvelser kan gi et klinisk bilde med muskelsmerte, udefinerbar sårhetsfølelse, hevelse og stive ledd i timer og dager etterpå. Dette er kjent som DOMS (delayed onset muscle soreness) i engelsk litteratur. Det

kliniske bildet kan vare opptil en uke. MR-funnet likner forandringene man ser ved mild grad av muskelkontusjon og kan være positivt i flere måneder (fig 19). Ved gjentatte øvelser kan man se forandringer ved muskel-sene-overgangen, forenlig med såkalt kronisk muskeloverforbrukssyndrom.



Figur 19 Pasient med muskelsmerter bak i knehasen fire dager etter sykkelritt på ca. 30 mil. Sagittal T2-vektet sekvens viser økt signal i m. semimembranosus og m. gastrocnemius mediale (piler), forenlig med DOMS (delayed onset muscle soreness)

Hematomer kan være intra- og/eller intermuskulære. De vil vise seg på MR som hematomer ellers i kroppen.

Konklusjon

MR-undersøkelse ved skjelett- og bløtdelstraumer er til stor hjelp i den diagnostiske utredning (15). Undersøkelsen vil i mange tilfeller være med på å bestemme behandling og oppfølging av pasientene.

LITTERATUR

1. Hayes CW, Parellada JA. The magic angle effect in muskuloskeletal MR Imaging. *Top Magn Res Imaging* 1996; 8: 51 – 6.
2. Rapoport ED, Metha S, Wieslander SB, Lausten GS, Thomsen HS. MR imaging before arthroscopy in knee joint disorders. *Acta Radiologica* 1996; 37: 602 – 9.
3. Ruwe PA, Wright J, Randall RL, Lynch KJ, Jokl P, McCarthy S. Can MR imaging effectively replace diagnostic arthroscopy? *Radiology* 1992; 183: 335 – 9.
4. Mink JH, Deutsch AL. Occult cartilage and bone injuries of the knee: detection, classification, and assessment with MR imaging. *Radiology* 1989; 170: 823 – 9.
5. Crues JV III, Stoller DW. The menisci. I: Mink JH, Reicher MA, Crues JV III, Deutsch AL, red. *MRI of the knee*. New York: Raven Press, 1993: 91 – 141.
6. Palmer WE. MR Arthrography. Is it worthwhile? *Top Magn Res Imaging* 1996; 8: 24 – 43.
7. Meyer SJF, Dalinka MK. Magnetic resonance imaging of the shoulder. *Seminars in Ultrasound, Computed Tomography and MR imaging* 1990; 11: 253 – 66.
8. Chandnani VP, Gagliardi JA, Murnane TG, Bradley YC, DeBeardino TA, Spaeth J et al. Glenohumeral ligaments and shoulder capsular mechanism: evaluation with MR arthrography. *Radiology* 1995; 414: 27 – 32.
9. Cvitanic O, Tirman PFJ, Feller JF, Bost FW, Minter J, Carroll KW. Using abduction and external rotation of the shoulder to increase the sensitivity of MR arthrography in revealing tears of the anterior glenoid labrum. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 837 – 44.
10. Bloem JL. Transient osteoporosis of the hip: MR imaging. *Radiology* 1988; 88: 753 – 5.
11. Stiris MG, Lilleås FG. MR findings in cases of suspected impacted fractures of the femoral neck. *Acta Radiologica* 1997; 8: 863 – 6.

12. Munk PL, Lee MJ, Logan PM, Connell DG, Janzen DL, Poon PY et al. Scaphoid bone waist fractures, acute and chronic: imaging with different techniques. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 168: 779 – 86.
 13. Klein MA, Spreitzer AM. MR imaging of the tarsal sinus and canal: normal anatomy, pathological findings, and features of the sinus tarsi syndrome. *Radiology* 1993; 186: 233 – 40.
 14. Steinbach LS, Fleckenstein JL, Mink JH. MR Imaging of muscle injuries. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* 1997; 1: 127 – 41.
 15. Kerr R. Preface. *Seminars in Musculoskeletal Radiology* 1997; 1: 3.
-

Publisert: 10. april 2000. *Tidsskr Nor Legeforen*.

© Tidsskrift for Den norske legeforening 2026. Lastet ned fra tidsskriftet.no 4. juli 2026.