

Ultralyddiagnostikk av skulderbuen – en metodebeskrivelse

Sammendrag

Ortopedisk skulderdiagnostikk med ultralyd er en etablert metode i mange land, men brukes lite i Norge. I litteraturen er det beskrevet høy sensitivitet og spesifisitet for påvisning av rotatorcuffrupturer og patologiske forhold i den lange bicepssenen med ultralyd. Artikkelene gir oversikt over undersøkelsesteknikken og viser bildeeksempler med normalfunn og typiske patologiske funn. Teknikken kan læres av ortopeder, den kan integreres i den polikliniske undersøkelsen og den kan tilføre betydelig tilleggsinformasjon ved den primære polikliniske pasientutredningen.

Engelsk sammendrag finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

Oppgitte interessekonflikter:
Se til slutt i artikkelen

Stefan Moosmayer

docmoses@online.no

Stig Heir

Peter Aaser

Ortopedisk avdeling
Martina Hansens Hospital
1306 Bærum postterminal

Hans-Jørgen Smith

Radiologisk avdeling
Rikshospitalet

Ultralyddiagnostikk av skulderbuens bløtdelsapparat ble innført tidlig i 1980-årene som et ikke-invasivt alternativ til artrografi. Metoden fikk snart konkurranse fra magnetisk resonanstomografi (MR), men har likevel forsvart sin plass i skulderdiagnostikken. Metoden anvendes først og fremst i tyskspråklige land, hvor man i samarbeid med industrien har utviklet teknikken til dagens standard. Moderne ultralydutstyr med lineære transdusere med høy oppløselighet, kombinert med tekniske nyvinninger som økt kontrastoppløsning og støyreduksjon (tissue harmonic imaging), har ført til en bilde kvalitet som for få år siden ikke var mulig (1, 2). Metoden er fortsatt lite brukt i Norge, og vi ønsker derfor å presentere en metodebeskrivelse illustrert med bildeeksempler.

Indikasjoner

Ultralydundersøkelse av skulderen er best egnet til diagnostikk av bløtdelene. Hovedindikasjonene er klinisk mistanke om rotatorcuffruptur og patologiske forhold i den lange bicepssenen (luksasjon, ruptur, tenosynovitt) (1, 3). Skader i labrum glenoidale (SLAP-, GLAD-lesjoner) og kroniske tendinoseforandringer i rotatorcuffen kan derimot ikke påvises med dagens teknikk. Aktuelle indikasjoner og mulige diagnostiske funn fremgår av ramme 1 (2).

Anatomi

En god forståelse av de anatomiske forholdene er avgjørende for vellykket bruk av diagnostisk ultralyd. Viktige navigasjonspunkter for undersøkeren på skuldreskjelettet er processus coracoideus, acromion og sulcus intertubercularis på fremsiden av humerus mellom tuberculum majus og minus (fig 1a). Viktige referansepunkter i bløtdelsapparatet er rotatorcuffen og den lange bicepssenen. Rotatorcuffen dannes av fire muskler; musculus subscapularis på fremsiden av glenohumeralledet, musculus supraspinatus oppad, musculus infraspinatus oppad og baktill og musculus teres minor nedad og baktill. Musklene har sine utspring på scapula, løper sammen i en senemansjett (rotatorcuff) rundt caput humeri og fester seg på tuberculum majus og minus (fig 1b).

Den lange bicepssenen forløper fra sitt utspring på tuberculum supraglenoidale først intraartikulært svarende til rotatorintervallet. Ned i sulcus intertubercularis følges den av en synovial utposning av leddkapselen (fig 1b). Bursa subacromialis/subdeltoidea ligger i sjiktet mellom rotatorcuffen og musculus deltoideus. Den er normalt atskilt fra glenohumeralledet.

Undersøkelsesteknikk

Vi bruker i vår poliklinikk et Siemens Sonoline Sienna ultralydapparat med lineært lydhode (7,5L70, bruksfrekvens 5,0–9,5 MHz). Transduserens frekvens er direkte proporsjonal med den aksiale oppløsningen, og omvendt proporsjonal med bølgenes vevspenetrasjon (4). Dette betyr at man bruker høyere frekvenser (7,5–13 MHz) til undersøkelse av overflatiske strukturer og lavere frekvenser (5–7,5 MHz) til dype strukturer.

Undersøkelsesgangen er standardisert. Den utføres med pasienten sittende på en roterbar krakk og undersøkeren stående bak. Vi har fem hovedprosjeksjoner som fremstiller senene i transversalt og longitudinalt

Hovedbudskap

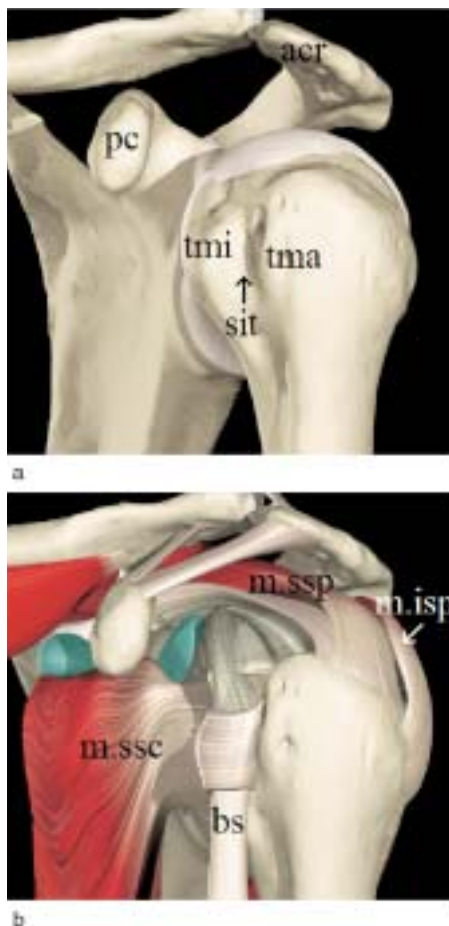
- Ultralydutredning av skulderbuens bløtdelsapparat er en anerkjent diagnostisk metode
- Det er beskrevet høy sensitivitet og spesifisitet for diagnostikk av rotatorcuffruptur
- Teknikken kan læres av ortopeder og kan integreres i den polikliniske primærutredningen av skulderpasienter

plan og som suppleres med dynamisk undersøkelse. Først utføres to ventrale projeksjoner med armen addusert, og med underarmen supinert, liggende på låret (musculus subscapularis, den lange bicepssenen) (fig 2a, b, e-fig 3a, b). Deretter følger to laterale projeksjoner med addusert og innoverroterert arm, og med underarmen bak ryggen (musculus supraspinatus og infraspinatus) (fig 4a–c og 5a, b). Til slutt utføres den bakre projeksjonen med armen i utgangsposisjon (e-fig 6a, b). Resultatet dokumenteres på laserskriver eller lagres på diskett. Figurene 2 til 6 viser typiske normale funn.

Ramme 1

Aktuelle indikasjoner og mulige diagnostiske funn ved ultralydundersøkelse av skulder

- Rotatorcuffruptur
- Tendinosis calcarea
- Bicepssene(sub-)luksasjon
- Bicepsseneruptur
- Tendosynovialitis bicipitis
- Hydrops
- Bursitt
- Synovitt
- Frie legemer
- AC-leddartrose
- Avulsjonsfraktur av tuberculum majus
- Osteofytt
- Usurer
- Hill-Sachs' defekt



Figur 1 a) Skuldreskjelett med *processus coracoideus* (pc), *acromion* (acr), *tuberculum majus* (tma) og *minus* (tmi) og *sulcus intertubercularis* (sit) b) Rotatorcuff med *m. subscapularis* (m.ssc), *m. supraspinatus* (m.ssp), *m. infraspinatus* (m.isp) og den lange bicepssenen (bs). Alle anatomibilder er gjengitt med tillatelse av *Primal Pictures*

Patologiske funn

Rotatorcuff

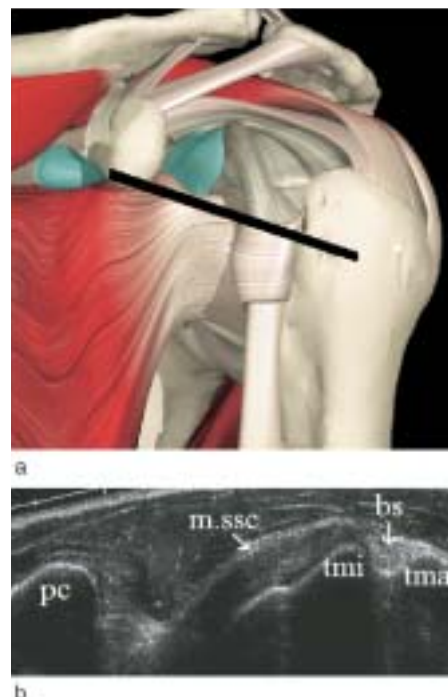
Rotatorcuffrupturer klassifiseres med ultralyd ut fra lokalisasjon, størrelse og grad (partiell, full tykkelse). Hovedlokalisasjo-

nen er distalt i supraspinatussenen ved festet mot *tuberculum majus* (1). Det er beskrevet tre hoved- og tre tilleggskriterier for ultralydfunn ved cuffrupturer (3, 5). Hovedkriteriene har størst betydning og det kreves påvisning av minst ett av hovedkriteriene i to plan for ultralyddiagnosen rotatorcuffruptur. Sammen med et hovedkriterium støtter hvert av tilleggskriteriene sannsynligheten for diagnosen. Hovedkriteriene er hypoekkoisk defekt (fig 7), tap av konvekksitet (fig 8a, b) og skallet humerushode (fig 9a, b). Hypoekkoisk defekt er typisk for akutte rupturer og representerer en væskeansamling i defekten mellom rupturkantene (1). Tap av konvekksitet og skallet humerushode er stadier i en progredierende degenerativ prosess med gradvis skade og retraksjon av rupturendene og herniering av bursavev og deltoidmuskel i defekten.

De tre tilleggskriteriene er den markerte fremstillingen av bruslaget i bunnen av cuffdefekten (double cortex sign) (fig 7), overflateforandringer på *tuberculum majus* (fig 8b) og væskeansamling i leddet og/eller bursa (fig 10a, b). Forandringene på *tuberculum majus* er følge av en mikrotraumatisering mellom den nakne beinoverflaten og *acromion*. Væskeansamling i leddet er best synlig i seneskjeden rundt det lange bicepshodet som hypoekkoisk halo, eller ved utposning av bakre leddkapsel (2, 6). Hollister og medarbeidere (7) fant en positiv prediktiv verdi for rotatorcuffruptur på 60% ved væske i leddet, 70% ved væske i bursa og 95% ved væske begge steder, verifisert ved operasjon.

Den lange bicepssenen

Vurdering av den lange bicepssenen med ultralyd er mer krevende enn vurderingen av rotatorcuffen. Dette skyldes stor interindividuell variabilitet og hyppige artefakter. Sammenlikning og kontroll av funnene med den kontralaterale siden er derfor påkrevd (8). Typiske funn ved tenosynovitt er enten hyper- eller hypotrofi av senen sammenliknet med motsatt side, redusert ekkogenisitet, ekkofattig halo rundt senen og hvelving av

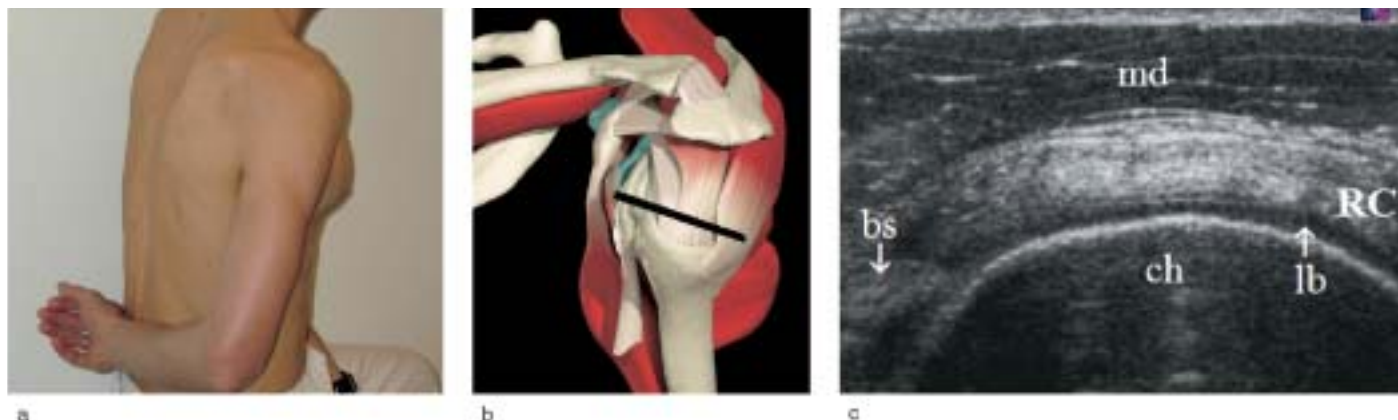


Figur 2 Ventral-transversal projeksjon: a) Anatomi med plassering av lydhodet b) Mellom *tuberculum majus* (tma) og *tuberculum minus* (tmi) fremstilles tverrsnittet av det lange bicepshodet (bs). *Musculus subscapularis* (m.ssc.) fremstilles dynamisk gjennom utarotasjon av armen. *Medialt processus coracoideus* (pc)

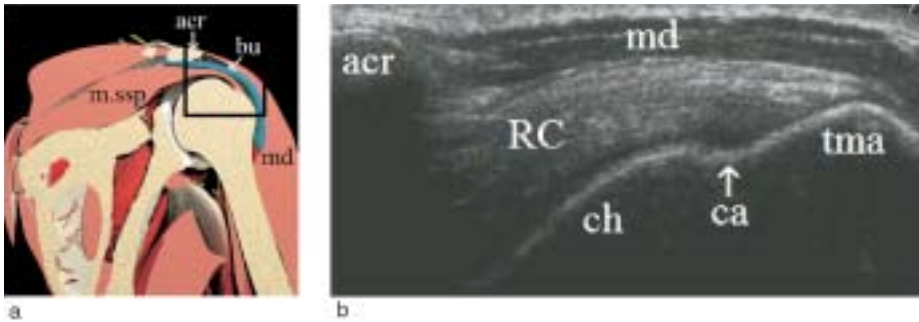
sulcustaket over rotatorcuffnivå (e-fig 11) (3, 9).

Subluksasjon og luksasjon av senen skjer vanligvis i medial retning, og er følge av en skade i det stabiliserende kapsulo-ligamentære apparatet i sulcusområdet. Her inngår *musculus supraspinatus* og *subscapularis* som viktige elementer, og bicepsseneluksasjon er derfor ofte kombinert med skade i disse delene av rotatorcuffen (e-fig 12) (1–3, 8).

Bicepsseneruptur finnes isolert eller i forbindelse med rotatorcuffruptur. Kriteriene for ruptur er avbrykk av den fibrillære sene-



Figur 4 Lateral-transversal projeksjon: a) Armens posisjon for fremstilling av rotatorcuffen b) Anatomi med plassering av lydhodet c) Ultralydbilde med *caput humeri* (ch), dekket av den hypoekkoiske leddbrusken (lb). Mot overflaten følger rotatorcuffen (RC) og *musculus deltoideus* (md). *Medialt bicepssenen* (bs) i rotatorintervallet



Figur 5 Lateral-longitudinal projeksjon: a) Anatomi med musculus supraspinatus (m.ssp) i lengdesnitt, bursa (bu) og musculus deltoideus (md). Det avmerkede området tilsvare ultralydbildet b) Ultralydbildet viser i dybden humerusoverflaten med tuberculum majus (tma), collum anatomicum (ca) og øvre del av caput humeri (ch) som landemerker. Rotatorcuffen (RC) ligger på oppsiden av humerus og formen kan sammenliknes med et fuglenebb. Øverst acromion (acr) og musculus deltoideus (md)



Figur 7 Lateral-transversal projeksjon. Akutt rotatorcuffruptur med hypoekkoisk defekt (hed) og «double cortex sign» (dcs)

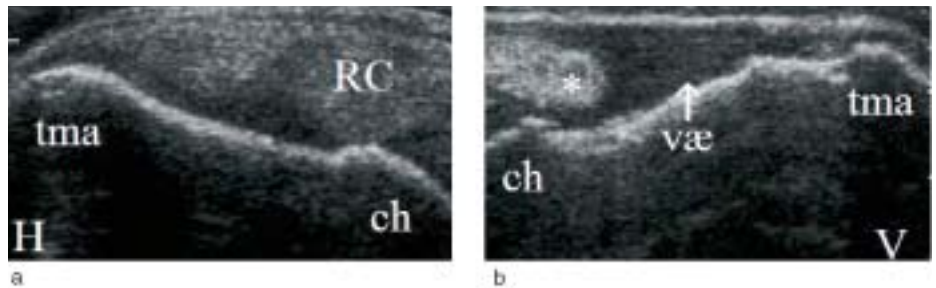
strukturen i lengdesnitt (e-fig 13) og manglende senefremstilling i sulcus intertubercularis i tverrsnitt (1, 3).

Diskusjon

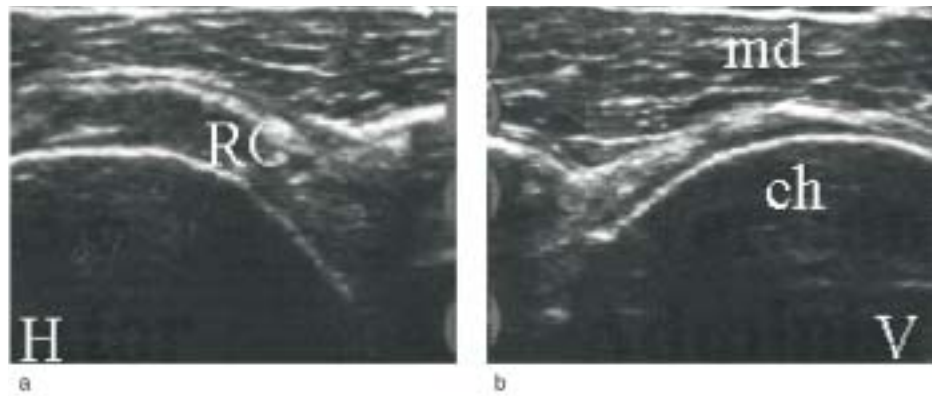
Den ortopediske skulderdiagnostikken er krevende, og de kliniske skuldertestene gir bare et indirekte og ofte uklart bilde av de patologiske forholdene. Med diagnostisk ultralyd får ortopeden mulighet til ikke-invasiv visualisering av en rekke av strukturene i skulderbuens bløtdelsapparat. Den kliniske diagnosen kan med denne teknikken ofte kobles til synlige forandringer i definerte anatomiske strukturer. I litteraturen er det beskrevet høy sensitivitet og spesifisitet for ultralyd i påvisning av rotatorcuffruptur (tab 1) (8–13). Når det gjelder patologi av den lange bicepssenen, fant Teefey og medarbeidere (9) sju av 11 bicepssenerupturer og fem av seks senedislokasjoner. Sonnabend og medarbeidere (11) fant sju av seks rupturer og sju av 11 dislokasjoner.

I tillegg har diagnostisk ultralyd også flere fordeler i forhold til MR. Metoden kan utføres av ortopeder som del av den polikliniske primærvurderingen. Ortopeden kan, på en annen måte enn radiologen, sette sammen resultatene fra anamnesen, den kliniske undersøkelsen og sin egen ultralydundersøkelse til et felles bilde. Gjennom sin operative erfaring har ortopeden tilegnet seg en god forståelse av de anatomiske forholdene i og omkring skulderleddet. Dette gir et godt grunnlag for tolking av ultralydbildene (12, 13). At vedkommende vil bli konfrontert med sine ultralydresultater under operasjonen, fremmer læringen.

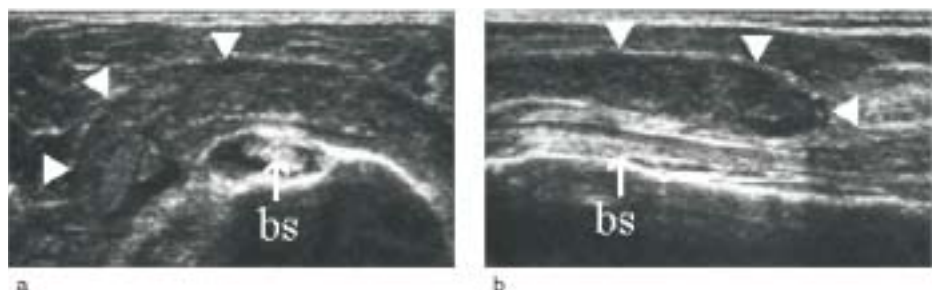
Ultralyd er i dag den eneste av de radiologiske teknikkene som kan utføres dynamisk med vurdering av muskler, sener og bursaer under bevegelse. Metoden har ingen kontraindikasjoner og er egnet for pasienter som ikke kan gjennomføre MR-undersøkelser pga. for eksempel pacemaker, intrakraniale aneurismeklips, metallimplantater, klaustrofobi eller adipositas. Massiv adipositas reduserer imidlertid kvaliteten av ultralydunder-



Figur 8 Lateral-longitudinal projeksjon av begge skuldrene: a) Normale forhold på høyre side (H) med rotator cuff (RC), caput humeri (ch), tuberculum majus (tma) b) Rotatorcuffruptur på venstre side (V) med tap av konvexitet og tydelig synlig rupturkant (*) omgitt av væske (væ). Bursavev ligger som en strek over defekten. Overflateforandringer på tuberculum majus (tma)



Figur 9 Lateral-transversal projeksjon av begge skuldrene: a) Normal rotatorcuff (RC) på høyre side b) Venstre side med stor full tykkelsesruptur av rotatorcuffen. Mellom musculus deltoideus (md) og caput humeri (ch) ligger kun rester av den subacromielle bursaen (skallet humerushode)



Figur 10 a) Ventral-transversal projeksjon med intraartikulær væskehalo rundt bicepssenen (bs). Anteriori er en stor væskefylt bursa subacromialis med fortykket synovium (▼) b) Samme forhold i ventral-longitudinal projeksjon

Tabell 1 Resultater for påvisning av rotatorcuffruptur med diagnostisk ultralyd, med operasjon som referansemetode (FT = rupturer i full tykkelse, Pa = partielle rupturer)

Forfatter	År	Referansemetode	FT/Pa	Sensitivitet (%)	Spesifisitet (%)	Antall pasienter
Hedtman & Fett (10)	1995	Operasjon	FT+Pa	95	95	1 227
Sonnabend og medarbeidere (11)	1997	Operasjon	FT	84	92	117
Roberts og medarbeidere (12)	2001	Operasjon	FT	80	100	24
Teefey og medarbeidere (9)	2000	Operasjon	Pa	71	100	100
			FT	100	85	
			Pa	67	85	

søkelsen. Et 7,5 MHz lydhode vil i dette tilfellet ofte ikke gi nok penetrasjon, og lydhodet med lavere frekvens gir dårligere bildekvalitet.

Sammenlikning med motsatt skulder lar seg lett gjennomføre med ultralyd. Dette er spesielt viktig i et område hvor vi vet at det finnes aldersrelaterte degenerative forandringer uten sykdomsverdi. Sammenlikning med en symptomfri motsatt skulder kan hjelpe til å skille mellom tilfeldige funn og reell patologi.

Som de fleste diagnostiske metoder har også ultralyd sine begrensninger. I flere publikasjoner pekes det på at ultralyd er den av de radiologiske metodene som er mest avhengig av personen som utfører den (3, 4, 11, 13). Selv om undersøkelsesresultatet dokumenteres med utskrift eller digital lagring av bildene, er en fullstendig tolking av funnene avhengig av at man utfører eller observerer hele undersøkelsen.

Diagnostisk ultralyd er ingen enkel metode for nybegynnere. Det er ikke vanskelig å gjenkjenne de anatomiske strukturene på et ultralydbilde, men det kan være vanskelig å skille mellom normalfunn og patologi. I tillegg produserer ultralyd en del fysiske fenomener som lett kan feiltolkes. Metoden krever derfor god opplæring hos erfarne brukere med påfølgende supervisjon og stor tilgang på pasienter.

I vår skulderpoliklinikk bruker vi i dag metoden som en del av primæretredningen.

Anamnese, klinisk undersøkelse og ved behov røntgen og diagnostisk ultralyd utføres ved den første polikliniske konsultasjonen som grunnutredning av skulderbuen. Hos de pasientene hvor dette ikke fører frem til en diagnose eller et behandlingsopplegg, vurderes videre utredning med spesialundersøkelser som MR eller MR-artrografi.

Figurene 2b, 3b, 4c, 5b, 6b, 8a og b er tatt med et Siemens Sonoline Antares ultralydapparat med 11,4 MHz lydhode, figurene 2b og 5b i tillegg med teknikk for utvidet bildefelt (extended field of view). Resten av ultralydbildene er tatt med et Siemens Sonoline Sienna ultralydapparat med 7,5 MHz lydhode. Figurene 1a, 1b, 2a, 3a, 4b, 5a og 6a er gjengitt med tillatelse fra Primal Pictures Ltd (14).

Oppgitte interessekonflikter: Stefan Moosmayer har mottatt reisestøtte til kurs i diagnostisk ultralyd av utstyrsleverandøren Siemens. Øvrige forfattere: Ingen interessekonflikter.

e-fig 3, e-fig 6, e-fig 11, e-fig 12 og e-fig 13 finnes i artikkelen på www.tidsskriftet.no

Litteratur

1. Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. Shoulder Sonography. State of the Art. Radiol Clin North Am 1999; 37: 767–85.
2. Bouffard JA, Lee SM, Dhanju J. Ultrasonography of the shoulder. Semin Ultrasound CT MR 2000; 21: 164–91.

3. Middleton WD, Teefey SA, Yamaguchi K. Sonography of the shoulder. Semin Musculoskelet Radiol 1998; 2: 211–21.
4. Backhaus M, Burmester GR, Gerber T, Grassi W, Machold KP, Swen WA et al. Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. Ann Rheum Dis 2001; 60: 641–9.
5. Bouffard JA, van Holsbeeck M. Ultrasound. I: Davies AM, Petterson H, red. Orthopedic imaging, techniques and applications. New York: Springer, 1998: 91–107.
6. Thain LMF, Adler RS. Sonography of the rotator cuff and biceps tendon: technique, normal anatomy, and pathology. J Clin Ultrasound 1999; 27: 446–58.
7. Hollister MS, Mack LA, Pattern RM, Winter TC, Matsen FA, Veith RR et al. Association of sonographically detected subacromial/subdeltoid bursal effusion and intraarticular fluid with rotator cuff tear. Am J Roentgenol 1995; 165: 605–8.
8. Hedtmann A, Fett H. Sonographie der Rotatorenmanschette. Orthopäde 2002; 31: 236–46.
9. Teefey SA, Hasan SA, Middleton WD, Patel M, Wright RW, Yamaguchi K. Ultrasonography of the rotator cuff. J Bone Joint Surg Am 2000; 82: 498–504.
10. Hedtmann A, Fett H. Schulterultraschall bei Subacromialsyndromen mit Erkrankungen und Verletzungen der Rotatorenmanschette. Orthopäde 1995; 24: 498–508.
11. Sonnabend DH, Hughes JS, Giuffre BM, Farrell R. The clinical role of shoulder ultrasound. Aust N Z J Surg 1997; 67: 630–3.
12. Roberts CS, Walker JA, Seligson D. Diagnostic capabilities of shoulder ultrasonography in the detection of complete and partial rotator cuff tears. Am J Orthop 2001; 30: 159–62.
13. Roberts CS, Galloway KP, Honaker JT, Hulse G, Seligson D. Sonography for the office screening of suspected rotator cuff tears: early experience of the orthopedic surgeon. Am J Orthop 1998; 7: 503–6.
14. www.primalpictures.com (16.9.2003).