

# UL-skanning med fokus på bløddelsforandringer

Torben Lorentzen<sup>1</sup>, Torben Larsen<sup>2</sup>, Michel Court-Payen<sup>3</sup> & Christian Nolsøe<sup>1</sup>



## STATUSARTIKEL

1) Gastroenheden,  
Herlev Hospital  
2) Gynækologisk  
Obstetrisk Afdeling,  
Holbæk Høspital  
3) Gildhøj Privathospital,  
Brøndby

Ugeskr Læger  
2014;176:V01130030

UL-skanning er en billeddiagnostisk metode, der i dag anvendes inden for næsten alle medicinske specialer til enten at afbilde bløddelsforandringer eller til at vejlede ved interventionelle procedurer. UL-skanning er en attraktiv metode ud fra flere forhold (billig, ufarlig, hurtig, bærbart udstyr). Det er én af de hyppigst anvendte billedmodaliteter globalt, hvilket utvivlsomt skyldes muligheden for at løse en lang række kliniske problemstillinger samt den teknologiske udvikling, idet UL-skannerne er blevet tilpasset de kliniske behov og nu kan fås i lommeformat ned til en pris af 50.000 kr.

## TEKNIK

Ved UL-skanning anvendes ekkolodsprincippet, idet skannerens transducer (lydhovede) udsender trykbølger i MHz-området (ultralyd), som forplanter sig gennem vævet. Når trykbølgen møder en grænseflade (impedansændring), vil en del af trykbølgen reflekteres til transduceren som et ekko. Da lydhastigheden i væv er kendt (ca. 1.540 m/s), kan ekkoets lokalisation (vævsdybden i forhold til transduceren) bestemmes. Desuden registreres ekkoets størrelse, som er proportional med impedansforskellen. På skannerens monitor præsenteres UL-ekkoerne som små billedelementer (pixels) i en gråtoneskala, der afspejler ekkoets intensitet. Homogent væv som f.eks. væske er ekkofattigt og vises derfor sort, hvorimod heterogent væv som f.eks. organer og muskler er mere ekkorige og vises lysere på skannerens monitor. Der er altså tale om snitbilleddiagnostik i stil med CT, men undersøgeren bestemmer selv snittets placering ud fra transducerens placering. Billedet på skannerens monitor er en tidstro (realtid) todimensional gengivelse af vævets UL-morfologi. Dette er en af UL-teknikkens

styrker, idet organbevægelser kan følges i realtid (dynamisk undersøgelse).

Der anvendes forskellige transducertyper til forskellige undersøgelser (**Figur 1**). Til abdominals-kanning anvendes en lavfrekvent transducer (god dybdeindtrængning, begrænset billedopløsning) med en konveks kontaktflade. Til overfladeskanning af f.eks. hals, scrotum og mammae anvendes en højfrekvent transducer (begrænset dybdeindtrængning, god billedopløsning) med en lineær kontaktflade. Der findes desuden transducertyper til transvaginal og transrektal anvendelse, ligesom der er designet transducere til intraoperativ og laparoskopisk brug.

## KLINISK ANVENDELSE

UL-diagnostikkens oprindelige hovedområder er inden for det abdominale, det gynækologisk/obstetriske og det kardiologiske område.

### Abdominal UL

Abdominal UL omfatter traditionel radiologisk diagnostik af individuelle organer og peritoneum. **Tabel 1** viser, hvilke kliniske problemstillinger man kan afklare med UL i forhold til anden snitbilleddiagnostik, nemlig CT og MR-skanning [1-6]. Valget af billedmodalitet vil dog altid reflektere lokale forhold såsom tradition, ekspertise og kapacitet. Leveren kan med høj grad af sikkerhed undersøges for tumorer og cyster, specielt hvis der suppleres med et UL-kontraststof, som øger sensitivitet og specificitet til niveauet for CT og MR-skanning [1-3]. Desuden kan levertumorer biopteres UL-vejledt, hvis dette er ønsket klinisk [7]. På enkelte hospitalsafdelinger tilbyder man endoskopisk UL-skanning, hvor en dedikeret UL-transducer er indbygget i spidsen af et gastroskop. Herved fås et meget detaljeret billede af pancreas og øvre retroperitoneum med mulighed for både biopsi og drænage [8]. Det er en specialisopgave at udføre transrektal UL-skanning mhp. detektion af anal og rektal cancer eller mhp. kortlægning af analfistler.

I pædiatrien vælges typisk UL-skanning frem for CT ved abdominale lidelser for at undgå ioniserende stråling [9].

### UL til gynækologi/obstetrik

Gynækologi/obstetrik er nok det speciale, der først tog UL i anvendelse i meget bred forstand. I dag er



## FAKTABOKS

UL-skanning anvendes til diagnostik af forandringer i bløddele (organer), f.eks. tumorer, væskeansamlinger og sten. Anvendes hyppigt abdominalt inkl. gynækologi/obstetrik samt i kardiologien. Nyere anvendelsesområder er reumatologi og akut medicin.

Med Dopplertechnik kan vaskulære forhold vurderes, f.eks. stenoser og tromber. UL-kontraststoffer øger sikkerheden ved skanning for levertumorer. Ved UL-vejledt intervention kan der foretages biopsi af tumorer og drænage af abscesser.



FIGUR 1

UL-skanning af lever og galdeveje. Der skannes med en konveks transducer. På siden af UL-apparatet er parkeret en lineær transducer og en transvaginal transducer.



det således undtagelsen, at en gravid kvinde ikke får foretaget én eller flere skanninger. På samme måde får stort set alle kvinder, der udredes gynækologisk, foretaget en skanning med kortlægning af genitalia interna, hvor bl.a. endometriets fysiologiske forandringer igennem cyklus og folliklernes tilsvarende udvikling kan visualiseres. Hvad man før mente at kunne føle og palpere sig frem til, ved man i dag, at man langt mere præcist kan visualisere ved hjælp af UL-skanning, der udføres transvaginalt. I forbindelse med gynækologisk tumordiagnostik er UL således fremragende, hvad angår både stadieinddeling og behandlingsrespons.

Den tidlige graviditet i form af en lille gestations-sæk og blommesæk kan allerede få dage efter udeblevet menstruation diagnosticeres med UL. Hjerteraktivitet kan forventes efter 5-6 uger fra sidste menstruations første dag. Hovedparten af de kvinder, som har blødninger eller andre komplikationer i den tidlige graviditet, får foretaget en UL-skanning, hvorved man hyppigt kan udsige prognosen. I dag tilbydes alle kvinder to screeningsundersøgelser i graviditeten. Den første ved 12 ugers gestationsalder, hvor gestationsalderen beregnes ud fra hoved-hale-længden. Undersøgelsens hovedformål er en risikovurdering for Downs syndrom (trisomi 21), og den består af en nakkefoldsskanning, som kombineres med moderens alder og to serummarkører (doubletest). Ved en risiko på mere end 1/300 tilbydes en invasiv diagnostisk undersøgelse, den såkaldte moderkageprøve. Den anden screeningsundersøgelse foretages ved 20 ugers gestationsalder med henblik på identifikation



TABEL 1

Kliniske problemstillinger, som kan afklares med UL i forhold til CT og MR-skanning [1-6].

| Organ/problemstilling           | UL                                | CT              | MR              |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Lever</i>                    |                                   |                 |                 |
| Tumor, screening                | ++ (+ kontrast)                   | ++ <sup>a</sup> | ++              |
| Tumor, karakteristisk af tumor  | ++ <sup>a</sup> (evt. biopsi)     | +               | ++              |
| Abscess                         | ++ <sup>a</sup> (evt. drænage)    | ++              | +               |
| <i>Galdeveje</i>                |                                   |                 |                 |
| Galdeblæresten                  | ++ <sup>a</sup>                   | +               | ++              |
| Galdeblærepolypyper             | ++ <sup>a</sup>                   | —               | +               |
| Galdeblærecancer                | ++ (evt. biopsi)                  | ++ <sup>a</sup> | +               |
| Kolecystitis                    | ++ <sup>a</sup> (evt. drænage)    | ++              | ++              |
| Galdegangsdilatation            | ++ <sup>a</sup>                   | ++              | ++              |
| Galdegangsdilatation, årsag til | +                                 | ++              | ++ <sup>a</sup> |
| <i>Pancreas</i>                 |                                   |                 |                 |
| Tumor                           | + (evt. biopsi)                   | ++ <sup>a</sup> | ++              |
| Pankreatitis                    | +                                 | ++ <sup>a</sup> | +               |
| <i>Retroperitoneum</i>          |                                   |                 |                 |
| Aortaaneurisme                  | ++ <sup>a</sup>                   | ++              | ++              |
| Lymfeknuder                     | + (evt. biopsi)                   | ++ <sup>a</sup> | ++              |
| <i>Urinveje</i>                 |                                   |                 |                 |
| Hydronefrose                    | ++ <sup>a</sup> (evt. nefrostomi) | ++              | ++              |
| Hydronefrose, årsag til         | +                                 | ++ <sup>a</sup> | +               |
| Tumor                           | +                                 | ++ <sup>a</sup> | +               |
| Sten                            | +                                 | ++ <sup>a</sup> | —               |
| Blærevolumen                    | ++ <sup>a</sup>                   | ++              | ++              |
| Prostatacancer                  | ++ <sup>a</sup> (+ biopsi)        | —               | ++              |
| <i>Binyrer</i>                  |                                   |                 |                 |
| Tumor                           | + (evt. biopsi)                   | ++              | ++ <sup>a</sup> |
| <i>Milt</i>                     |                                   |                 |                 |
| Størrelse                       | ++ <sup>a</sup>                   | ++              | ++              |
| <i>Tarme</i>                    |                                   |                 |                 |
| Ileus                           | —                                 | ++ <sup>a</sup> | —               |
| Divertikulitis                  | +                                 | ++ <sup>a</sup> | +               |
| Inflammatorisk tarmsygdom       | +                                 | ++              | ++ <sup>a</sup> |
| Ascites/abscess                 | ++ <sup>a</sup> (evt. drænage)    | ++              | +               |

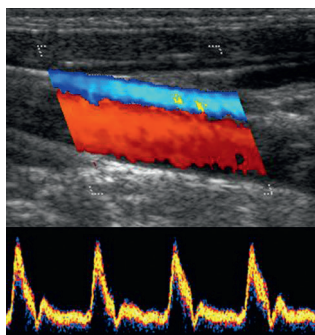
— = ikke velegnet til diagnostik.

+ = mindre velegnet til diagnostik.

++ = meget velegnet til diagnostik.

a) Anbefalet førstevalg, når strålehygiejne og omkostninger tages i betragtning.

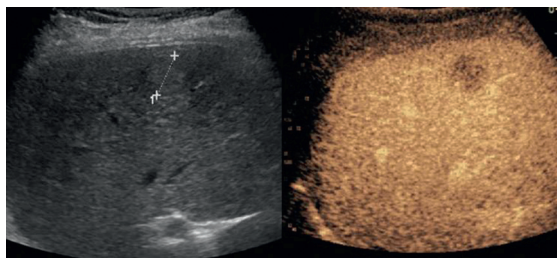
af misdannelser. En række tilstande i graviditeten indikerer anvendelse af UL, f.eks. tvillingegraviditet, præeklamps, mistanke om væksthæmning, truende for tidlig fødsel samt mistanke om placentaabnormiteter (placering og funktion). Ved sidstnævnte udføres en Dopplerundersøgelse af navlesnoren, hvor et modstandsindeks kan registreres mellem fosteret og moderkage, og hvor man endvidere kan registrere blodets fordeling i fosteret. Derved kan en nuanceret vurdering af fosterets tilstand klarlægges.

 **FIGUR 2**


Doppler-UL af halskar. Øverst ses farve-Doppler: Flow, der farves blåt, løber væk fra transduceren (v. jugularis int.), og flow, der farves rødt, løber mod transduceren (a. carotis com.). Nederst ses en spektral-Doppler-kurve, som afbilder flowet (hastigheder som funktion af tid) i a. carotis com (fire hjertecykler).

 **FIGUR 3**

Anvendelse af UL-kontrast. Til venstre ses det almindelige UL-billede, mellem de to markører ses en fokal læsion (metastase). Billedet til højre er optaget efter intravenøs injektion af UL-kontraststof (mikrobobler) og viser den samme læsion, men med kontrastteknik. Læsionen er hypovaskulær, hvilket giver god skelnemulighed (høj sensitivitet) i forhold til resten af leveren.



#### UL til ekkokardiografi

Ved ekkokardiografi skannes hjerteregionen. Bevægelses- og flowforhold samt klapper og hjertevæg kan vurderes, desuden kan perikardieekssudat diagnosticeres og evt. dræneres.

#### UL til overfladeskanning

Overfladeskanning anvendes ved mammadiagnostik, af skrotallindhold og på halsen. Desuden ved overfladiske lymfeknuder og lipomer/ateromer/hæmatomer. UL-skanning er fremragende til lokalisering af små fremmedlegemer som f.eks. træsplinter og glasskår. UL-skanning er desuden i dag førstevalget ved mistanke om dyb venøs trombose.

Abdominal og gynækologisk UL-skanning er oftest fuldt på højde med de konkurrerende billeddiagnostiske metoder og anvendes i stort omfang i speciallægepraksis. Udfordringen er imidlertid, at UL-skanning er betydelig undersøgerafhængig, og endvidere er standardiseringen herunder billeddokumentationen ikke på niveau med resultatet ved f.eks.

CT. Derfor benyttes i hospitalsregi og ved cancerforløb oftest de langt dyrere CT- og MR-undersøgelser. Der er nu udviklet UL-protokoller, der foreskriver en systematisk og standardiseret skanneteknik, som kan være gavnlige ved f.eks. dokumentation og sammenligning samt i uddannelsesøjemed [10].

#### NYERE ANVENDELSESOMRÅDER

UL-skanning af *bevægeapparatet* er blevet et vigtigt redskab i sportsmedicin, reumatologi og ortopædkirurgi, idet den dynamiske skanning kombineres med sikker visualisering af muskler, sener/seneskeder, slimsække og ledrecesser [11, 12]. Desuden kan man ved Doppler-UL påvise hyperæmi ved inflammatoriske tilstande, og i disse tilfælde kan der suppleres med UL-vejledt steroidinjektion. Hyppige undersøgelsesområder er skulder (*rotator cuff*-læsioner og bursitis), hofte (synovialisfortykkelse og hydartron), knæ (hydartron og bakercyster) og akillessene (ruptur og tendinitis).

Anæstesiologien har også taget UL til sig i form af *focus assessed transthoracic echo* (FAST), hvor hjertet evalueres mhp. hæmodynamisk optimering [13]. Desuden indgår vurdering af lunger/pleura (ekssudat, atelektase og pneumothorax). UL anvendes i stigende omfang til vejledning ved forskellige interventionelle procedurer, som tidligere blev udført »blindt«, f.eks. endotrakeal intubation, vaskulær adgang og anlæggelse af perifer nerveblokade. Den såkaldte *focused assessment with sonography for trauma* (FATE) er en primær traumeundersøgelse (*triage*) mhp. detektion af væske/blod i pericardium og peritoneum [14].

*Point-of-care* UL er en fokuseret skanning ved veldefinerede problemstillinger, som lægen møder i sin kliniske hverdag, f.eks. galdesten eller aortaaneurisme. Skanningen bliver en del af den objektive undersøgelse, og resultatet noteres i journalen ligesom et stetoskopifund [15]. Selv enkle UL-undersøgelser kræver dog et erfaringsgrundlag for at undgå fejl-diagnostik.

#### AVANCEREDE UL-TEKNIKKER

Ved den almindelige UL-skanning afbildes blodkar som sorte rør, idet blodets formede dele er for små til at skabe et egentligt ekko. Man opnår derfor hverken informationer om flowforhold i større blodkar eller vaskularisering af væv. Der findes imidlertid nu to teknologier, der kombinerer UL-morfologi med afbildning af flow/perfusion, som giver fysiologiske informationer. Begge metoder stiller ekstra krav til såvel udstyr som undersøgeren.

Ved *Dopplerteknikken* vises strømning i skanneplanets blodkar som en farvekode eller grafisk (**Figur**

2). Metoden bruges i mange forskellige skannesituationer, men finder specifik anvendelse i specialer som karkirurgi (diagnostik af arterielle stenoser i f.eks. carotis), nefrologi (undersøgelse af nyretransplantater) og obstetrik. En Dopplerundersøgelse kan give såvel kvalitative som kvantitative flowinformationer, herunder: tilstedeværelse/fravær af flow, flowretning, flowkarakteristik: arteriel/venøs/andet og flowhastighed [16]. Metoden udnytter de samme lydbølger, som bruges til billeddannelse.

Anvendelse af *UL-kontraststoffer* har vundet stærkt indpas inden for klinisk UL-skanning og står i dag som en accepteret metode til vurdering af flow i større blodkar og perfusionsforhold i forskellige typer væv ved hjælp af »opladningsmønster« efter i.v. indgift af UL-kontraststof (mikroluftbobler i opløsning). Teknikken er uafhængig af nyrefunktion og tidligere kontrastreaktioner (almindelig røntgenkontrast). Da metoden tillige er fri for strålebelastning, anvendes den ofte til screening for og karakterisering af lever-tumorer [1-3] (**Figur 3**).

På grund af sin realtidsbilleddannelse er UL en suveræn modalitet til at guidning, når der skal udføres forskellige *interventionelle procedurer*. En nål eller et drænkater kan således følges på monitoren, når den/det passerer gennem vævet og dirigeres mod det ønskede mål. Den UL-vejledte biopsi er en hjørnesten i cancerdiagnostikken, og stort set alle tumorer, der kan visualiseres med UL kan også biopteres (cytologi eller histologi) [7]. Desuden kan organer biopteres sikkert ved mistanke om f.eks. medicinsk lever- eller nyrelidelse. UL-vejledt drænage anvendes i forbindelse med nefrostomi, galdeblæreempyem, andre tilstande med pusansamling (f.eks. periappandikulære og gynækologiske), ascites og pleuraekssudat. Mange af tidligere tiders kirurgiske indgreb er således i dag erstattet af UL-vejledte procedurer. Endelig kan perkutan ablation af visse tumorer og levermetastaser udføres UL-vejledt ved en lokaliseret opvarmning, der medfører koagulation og celledød som alternativ til kirurgisk resektion [17].

## ORGANISERING AF UL I DANMARK

I Danmark har vi stærke UL-traditioner, der blev grundlagt af *Hans Henrik Holm* og medarbejdere: først på Gentofte Hospital og sidenhen på Herlev Hospital, hvor der blev opbygget en omfattende multifacetteret klinisk funktion, der desuden genererede et internationalt forskningsmiljø og større videnskabelig produktion om UL-skanning og metodens mange anvendelsesmuligheder; ikke mindst i form af de interventionelle UL-teknikker. Desuden blev der etableret et enestående formaliseret samarbejde med UL-firmaet Brüel & Kjær (nu BK Medical) til gensidig inspi-

ration og økonomisk fordel. Efterfølgende har der været mange drivkræfter inden for UL-diagnostik i forskellige specialer og i hele landet.

Dansk Ultralyddiagnostisk Selskab har i en år-række arrangerer både basale og avancerede kurser inden for flere specialer og arrangeret en lang række internationale kongresser [18]. UL indgår i den radiologiske speciallægeuddannelse, hvorimod oplæringen af UL i de øvrige specialer typisk foregår i form af kurser og ved mesterlæreprincippet. Et lille hjertesuk fra forfatterpanelet kunne være, at UL-diagnostikkens potentiale kunne udnyttes langt mere omfattende ved at udbygge såvel uddannelse som organisering.

**KORRESPONDANCE:** Torben Lorentzen, Gastroenheden, Herlev Hospital, Herlev Ringvej 75, 2730 Herlev. E-mail: tlo@dadlnet.dk

**ANTAGET:** 24. april 2013

**PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK:** 15. juli 2013

**INTERESSEKONFLIKTER:** Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på [www.ugeskriftet.dk](http://www.ugeskriftet.dk)

## LITTERATUR

1. Claudon M, Dietrich CF, Choi BI et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver – update 2012: a WFUMB-EFSUMB initiative in cooperation with representatives of AF-SUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. *Ultrasound Med Biol* 2013;39:187-210.
2. Larsen LP, Rosenkilde M, Christensen H et al. The value of contrast enhanced ultrasonography in detection of liver metastases from colorectal cancer: a prospective double-blinded study. *Eur J Radiol* 2007;62:302-7.
3. Dietrich CF, Maddalena ME, Cui XW et al. Liver tumor characterization – review of the literature. *Ultraschall Med* 2012;33(suppl 1):S3-10.
4. Lee JM, Yoon JH, Kim KW. Diagnosis of hepatocellular carcinoma: newer radiological tools. *Semin Oncol* 2012;39:399-409.
5. Gore RM, Thakrar KH, Newmark GM et al. Gallbladder imaging. *Gastroenterol Clin North Am* 2010;39:265-87.
6. Marsh Rde W, Alonzo M, Bajaj S et al. Comprehensive review of the diagnosis and treatment of biliary tract cancer 2012. Part I: diagnosis-clinical staging and pathology. *J Surg Oncol* 2012;106:332-8.
7. Lorentzen T. Ultralydvejledt biopsi. *Ugeskr Læger* 2008;170:442-4.
8. Fusaroli P, Kyraios D, Caletti G et al. Pancreaticobiliary endoscopic ultrasound: a systematic review of the levels of evidence, performance and outcomes. *World J Gastroenterol* 2012;18:4243-56.
9. Coley BD. The future of pediatric US. *Pediatr Radiol* 2011;41(suppl 1):S220-7.
10. Stenman C, Thorelius L, Knutsson A et al. Radiographer-acquired and radiologist-reviewed ultrasound examination – agreement with radiologist's bedside evaluation. *Acta Radiol* 2011;52:70-4.
11. Court-Payen M, Hasselquist M. Muskuloskeletal radiologi. *Månedsskr Prakt Lægegern* 2005;83:857-62.
12. Klauser AS, Tagliafico A, Allen GM et al. Clinical indications for musculoskeletal ultrasound: a Delphi-based consensus paper of the European Society of Musculoskeletal Radiology. *Eur Radiol* 2012;22:1140-8.
13. Holm JH, Frederiksen CA, Juhl-Olsen P et al. Perioperative use of focus assessed transthoracic echocardiography (FATE). *Anesth Analg* 2012;115:1029-32.
14. Galvan DA, Matsushima K, Frankel HL. Ultrasound in the surgical intensive care unit. *Isr Med Assoc J* 2011;13:566-70.
15. Bessmann EL, Bitsch M. Medicinstuderende har udbytte af praktisk kursus i klinisk ultralydundersøgelse. *Ugeskr Læger* 2012;174:3000-3.
16. Evans DH, Jensen JA, Nielsen MB. Ultrasonic colour Doppler imaging. *Interface Focus* 2011;1:490-502.
17. Nolsøe CP, Lorentzen T, Skjoldbye BO et al. The basics of interventional ultrasound. *Ultraschall Med* 2007;28:248-63.
18. [www.duds.dk](http://www.duds.dk) (1. jun 2013).