

ABSTRACT

Den medicinske billeddiagnostik har over de sidste år gennemgået en rivende udvikling. Med udviklingen af hurtigere og mere præcise billeddannende modaliteter/scanningstyper er billeddiagnostikken blevet en uundværlig del af de fleste udredningsforløb på de danske sygehuse. Særligt indenfor akut opstået sygdom og kræftsygdomme er billeddiagnostikken vigtig til hurtig diagnose, men også til opfølgning og recidivopsporing. Denne artikel er en kort gennemgang af de forskellige billeddiagnostiske værktøjer, der bruges på sygehusene, deres styrker og svagheder ved bestemte lidelser og den risiko, der også er forbundet med at bruge billediagnostik. Artiklens målgruppe er sundhedsfagligt personale, der ikke har deres daglige gang på sygehusene.

EMNEORD

Diagnostic imaging | tomography, spiral computed | magnetic resonance imaging | positron emission tomography | ultrasonography



Korrespondanceansvarlig forfatter:

CHRISTIAN RAHBEK
chirahb@rm.dk

Billeddiagnostik på sygehuset

CHRISTIAN RAHBEK, overlæge, Neuroradiologisk afsnit, Røntgen og Scanning, Aarhus Universitetshospital

► Accepteret til publikation den 13. februar 2019.

Tandlægebladet 2019;123;xxx-xxx

Lige siden Wilhelm Conrad Röntgen affotograferede knoglerne i sin kones hånd i slutningen af 1800-tallet med et katoderør og en fotoplade, har den medicinske billeddiagnostik været i en rivende udvikling (1). Det er særligt sket de sidste 20 år, hvor meget detaljeret billeddannelse med CT-scannere, MR-scannere og PET-scannere medvirker til detaljeret diagnostik, behandlingsrespons og kontroller.

Denne artikel er en kortfattet gennemgang af de forskellige modaliteter, deres styrker og svagheder, og den forklarer, hvor der skal udvises særlig forsigtighed.

RØNTGEN

Konventionel røntgen spiller fortsat en stor og vigtig rolle i den daglige billeddiagnostik, men hvor den tidligere var næsten altdominerende, er mange undersøgelser nu erstattet af CT og MR-scanninger.

Røntgenbilleder bruges i dag hyppigst ved knogle- og thoraxdiagnostik. Det er en hurtig og billig undersøgelse, der er god til vurdering af knogler og led med henblik på frakturer og luksationer ved akutte skader. Undersøgelsen er god til at evaluere degenerationsgrad ved de fleste led. En god og brugbar røntgenundersøgelse afhænger af, at billederne er taget, så de relevante strukturer er velfremstillede i flere planer, fx fremstilling af et knoglebrud både forfra og fra siden eller fri projektion af ledfladen ved vurdering af slidgigt (2).

Thoraxrøntgen er stadig en hurtig og nem måde at fremstille sygdomme i lungerne som pneumothorax, pneumoni, pleural ansamling og lungestase (3). Thoraxrøntgenresultaterne er svære at vurdere, da de fleste strukturer overlapper hinanden, og små tumorer eller tumorer ved lungehilus kan nemt overses. Den er derfor mindre god til at udelukke lungekræft, da tumorer skal være ret store, op til omkring 1 cm, for sikker detektion. Røntgen bruges også til at give indtryk af, om centrale



Fig. 1. Biplan røntgengennemlysningsudstyr til endovaskulær behandling (Kilde: Siemens Healthineers).

Fig. 1. Biplane x-ray suite for endovascular treatment (Source: Siemens Healthineers).

venekatetre, ventriklesonder eller ortopædisk indsatte proteser eller skinner er placeret korrekt.

Der laves stadig enkelte dynamiske og funktionelle undersøgelser med indgift af røntgenkontraststoffer i tarme eller blære. Der er en stigning i behovene for minimale invasive procedurer, og særligt indenfor karsygdomme er der kommet en stigning inden for brug af endovaskulær behandling. Aneurismer i hjernens kar, store aorta-aneurismer og traumatisk blødninger i milten kan nu behandles indefra igennem blodkarret og en adgang i lysken, hvor det tidligere krævede et større indgreb med et langt intensivt forløb efterfølgende og med betydelig større risiko for komplikationer og højere mortalitet.

CT - COMPUTED TOMOGRAPHY

I 1980 kom CT-scanneren til, og den har radikalt ændret anvendelsen af billeddiagnostikken. CT bruger også røntgenstråler, men røntgenrøret er placeret på en roterende ring, der drejer rundt om patienten meget hurtigt (ca. 500 gange i minuttet). Med en kontinuerlig bestråling bestemmes tætheden af små områder i kroppen. Tætheden måles i Hounsfield units (HU), der strækker sig fra minus 1.000, der ca. svarer til luft, og til 1.000 – metal er på ca. 700. Ud fra Hounsfield-enheden opdeles scanfelter i små stykker, kaldet voxels, omtrent som en pixel, men i tre dimensioner (4). Computeren omdanner scanfelter til et gråtonebillede, hvor de høje Hounsfield-værdier på scannerbilledet nærmer sig hvid, og de lave HU-værdier nærmer sig sort. Da det menneskelige øje kun kan registrere ca. 30 gråtonenuancer, kan man indsnævre de HU-værdier, man vil kigge på, så det er muligt at se små forskelle i lungevæv, der generelt har en lav HU-værdi, eller i knogler, der generelt har en højere HU-værdi. Teknikken har været i konstant rivende udvikling, og fra en scanning af hjernen, der i starten tog over en time i

klinisk relevans

De fleste patienter vil komme i kontakt med en røntgenafdeling i forbindelse med sygehusophold eller ambulante udredningsforløb. Det er en fordel, at sundhedspersonale uden for sygehusene er bekendt med de forskellige billeddiagnostiske teknikker, der anvendes, og hvad de hyppigst bruges til. Det er vigtigt at kende til de risikofaktorer, der er ved de forskellige undersøgelser – fx brugen af ioniserende stråling ved røntgen og CT – samt de forholdsregler og kontraindikationer, der er ved MR-scanning.

scantid og næsten halvanden time efter scanningen til data og billedbehandling, kan de nye scannere udføre en cerebrum på få sekunder og hele kroppen på ca. 1 minut, hvor billederne er umiddelbart tilgængelige (5).

CT-scanneren kan således scanne hele kroppen på kort tid, og med indgift af røntgenkontrast i venerne kan man lave specifikke undersøgelser af blodkar, organer, tumorer og blødninger. CT er ”arbejdshesten” indenfor udredning af kræft, svært tilskadekomne traumepatienter og akut dårlige patienter. Det er årsagen til, at der i de fleste akutafdelinger er placeret en scanner i enten direkte forbindelse med traumemodtagelsen eller i tæt tilknytning hermed. I forhold til et almindeligt røntgenbillede er CT-scanneren strålingstung, og det er derfor vigtigt at få visiteret undersøgelserne rigtigt, så man ikke laver unødige scanninger. Røntgenkontraststoffet, som anvendes, er et jodholdigt stof, der kan påvirke nyrefunktionen og forsinke udskillelsen af fx metformin, der bruges til type 2-diabetes. Der skal udvises forsigtighed ved patienter med dårlig nyrefunktion og med diabetes, og det er derfor vigtigt, at denne information



Fig. 2. CT-scanner (Kilde: Siemens Healthineers).

Fig. 2. CT scanner (Source: Siemens Healthineers).



Fig. 3. CT-scanning af fod med multiplanar rekonstruktion og 3d-volumenrekonstruktion (Kilde: Siemens Healthineers).

Fig. 3. CT scan of a foot with multiplanar reconstruction and 3D volume reconstruction (Source: Siemens Healthineers).

videregives til røntgenafdelingen ved henvisning. Enkelte patienter kan være allergiske over for kontraststoffer og udvikle respons herpå, men de fleste er milde kontrastreaktioner, der ikke kræver den store intervention. Har patienten reageret på et kontraststof tidligere, er det vigtigt at vide, hvilket stof det var, og hvad reaktionen var, da det ikke automatisk udelukker patienten fra at få CT-kontrast igen (6).

ULTRALYD

Ultral lyd har været brugt siden 1950, men det blev først tilgængeligt fra slut 60'erne og er i dag en stor del af den daglige produktion på de radiologiske afdelinger. Det er ofte en hurtig undersøgelse, og den bruger ingen skadelig ioniserende stråling – højst lidt ubehag, hvis gelen er kold. Den er meget velegnet til vurdering af overfladestrukturer som muskler og sener, blodkar som de dybe vener på arme og ben samt de abdominale organer. Man kan hurtigt vurdere leverstruktur, galdeveje og galdeblære, milt, nyrer og blære samt pancreas og aorta abdominalis. Ultralyd bremses af luft og tætte strukturer som knogler, hvorfor man prøver at forberede patienten så godt som muligt før undersøgelse. Fødeelementer i mavesækken vil oftest sløre indblikket til pancreas og de centrale strukturer, hvorfor patienten til disse undersøgelser oftest skal faste. Undersøgelse af blæren foregår bedst ved væske i blæren, hvorfor man bliver bedt om at møde op med fyldt blære (7). Ultralyd bruges i høj grad til interventioner, da det er muligt at bioptere meget præcist fra selv små strukturer samt at lægge dræn i væskeansamlinger i bug- eller pleurahulen og fra abscesser. I takt med at teknikken er blevet bedre og udstyret mindre, er ultralyd blevet en meget mobil modalitet, der nemt kan flyttes til patienten, hvor der er brug for det. Flere specialer som kardiologi, gynækologi og obstetrik, anæstesi, ortopædkirurgi samt øre-næse-hals har taget ultralyd til sig og bruger det dagligt uden at involvere røntgenafdelingen. Ultralyd vinder også indpas på flere akutafdelinger, hvor det bruges af akutlæger som en del af den primære vurdering.



Fig. 4. MR-scanner (Kilde: Siemens Healthineers).

Fig. 4. MRI scanner (Source: Siemens Healthineers).

MR – MAGNETIC RESONANCE IMAGING

MR-scanning er en relativt ny modalitet. Den første scanner i Danmark blev taget i brug i 1984. MR-scanning anvender ikke ioniserende stråling som røntgen og CT, men en kombination af magnetisme og radiostråler (8). Fysikken bag MR er kompleks og vil ikke blive uddybet her, men dog skal nævnes, at brugen af magnetisme og radiostråler giver nogle udfordringer i forhold til, hvilke patienter der kan scannes, og hvem der ikke kan. Magnetfeltet er op mod 100.000 gange stærkere end jordens naturlige magnetfelt, så der skal udvises forsigtighed ved patienter, der har indsat jernholdigt metal, da det enten kan flytte sig eller varmes op af radiobølgerne. De fleste, der er opereret inden for de sidste 20 år, kan oftest MR-scannes, da de fleste kirurgiske implantater er lavet af titanium. Pacemakere er kontraindikation til MR-scanning, men patienten kan scannes under særlige forhold, hvor pacemakere indstilles, og patienten monitoreres tæt af MR-uddannet anæsthesipersonale (9). Pladsforholdene under scanningen er meget snævre, da patienten skal ligge centralt i magneten med en spole tæt på kroppen, og det kan være svært for patienten – selv med en mild grad af klaustrofobi.

I modsætning til CT og røntgen laver MR-scanneren ikke billeder af vævets tæthed, men dets indhold af fedt og vand. Det gør den utrolig god til billeddiagnostik af centralnervesystemet, bevægeapparatet og enkelte organer. Scanneren er meget følsom for bevægeartefakter, hvorfor organer intra-abdominalt og intrathorakalt er svære at scanne. Scanningen kan også suppleres med et kontraststof intravenøst, ikke jodholdigt som med CT, men et stof med særlige paramagnetiske egenskaber – i Danmark bruges primært Gadolinium. MR er blevet essentiel i udredningen af sygdomme i hoved-hals-området og bevægeapparatet, men bruges til flere og flere områder, som teknikken udvikles (10). Scanningerne er tidskrævende, og ressourcerne kan efterhånden ikke følge med efterspørgslen på trods af stadigt flere scannere i hospitalsvæsenet. Det er derfor vigtigt med en diskussion om, hvilke patienter der

særlig har gavn af en MR-scanning, og ikke bare fordi det er den nyeste og bedste modalitet. Der er ikke påvist skadelig effekt af MR-scanning.

PET – POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY

PET-scanning hører ind under det nuklearmedicinske speciale, men beskrives i tæt samarbejde med de radiologiske afdelinger. Et radioaktivt mærket sporstof injiceres i patienten, og hyppigst bruges en glukoseanalog – F-18 fluorodeoxyglukose, der vil akkumuleres i områder, der er metabolisk aktive (11). Efter nogen tid aflæses strålingen samtidig med, at der foretages en CT-scanning. De to billeder fusioneres, så placeringen i kroppen

og relationer til andre strukturer kan visualiseres. PET er blevet en uundværlig del af cancerdiagnostikken og infektionsudredning. Det kan være besværligt at skelne cancer og infektion på PET, da der ofte vil være øget metabolisme i begge tilfælde.

AFSLUTTENDE KOMMENTAR

Det kan til tider være svært at vælge den rigtige undersøgelsestype. Det kræver derfor et godt samarbejde og god kommunikation mellem kliniker og radiolog, så patienterne kan få lavet de bedst mulige undersøgelser uden bivirkninger og unødvendig stråling. ♦

ABSTRACT (ENGLISH)

DIAGNOSTIC IMAGING IN HOSPITALS

Diagnostic imaging is a medical specialty in intense evolution development. Over several years the development and implementation of faster and more precise imaging techniques have made medical imaging an essential part of the diagnostic workup in Danish hospitals. Quick and precise imaging is important especially in emergency departments as well as in

cancer diagnostics, but also in the follow-up of tracing progression and recurrence. This article is a brief overview of the different imaging techniques available in hospitals, their strengths and weaknesses, but also the risks associated in using these techniques. The target audience is health personnel working outside hospitals, not using it in their daily practice.

LITTERATUR

1. Bushberg JT, Seibert JA, Leidholdt EM et al. The Essential Physics of Medical Imaging. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2002.
2. Whitley AS, Sloane C, Hoadley G et al. Clark's Positioning in Radiography. 12th ed. United Kingdom: Hodder Arnold, 2005.
3. Tsuei BJ, Lyu PE. Chest radiography. Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am 2002;10:189-211.
4. Goldman LW. Principles of CT and CT Technology. J Nucl Med Technol 2007;35:115-28.
5. Johnson TRC, Fink C, Schönberg SO et al. Dual Energy CT in Clinical Practice. 1st ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011.
6. Thomsen HS, Webb J A.W. Contrast Media: Safety Issues and ESUR Guidelines. 3rd ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2014.
7. Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW et al. Diagnostic Ultrasound. 4th ed. Somerset, New York: Elsevier Mosby, 2011.
8. Brown M, Semelka R, Nishino TK. MRI: Basic Principles and Applications. 3rd ed. Philadelphia: Medical Physics, 2004.
9. MRI Safety. MRI Safety – The LIST. (Set 2019 februar). Tilgængelig fra: URL: <http://www.mrisafety.com/List.html>
10. Liney G. MRI in Clinical Practice. 1st ed. London: Springer-Verlag, 2006.
11. Lynch TB, Clarke J, Cook G et al. PET/CT in clinical practice. 1st ed. London: Springer-Verlag, 2007.